Aus der Chirurgischen Abteilung
(Leiter: Prof. Dr.med. H. Mathis)
der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin.
(Direktor: Prof.Dr.Dr. E. Harndt)

Funktionell bedingte strukturelle Veränderungen nach Extraktion im Oberkiefer - Tuberbereich, nachgewiesen durch periodisch-identische Zahnaufnahmen.

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hans-Jürgen Gräger
aus Berlin

1963

Aus der Chirurgischen Abteilung
(Leiter: Prof. Dr.med.H. M a t h i s)
der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin.
(Direktor: Prof.Dr.Dr.E. H a r n d t)

Funktionell bedingte strukturelle Veränderungen nach Extraktion im Oberkiefer - Tuberbereich, nachgewiesen durch periodisch-identische Zahnaufnahmen.

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

vorgelegt von
Hans-Jürgen Gräger aus Berlin

Dekan: Professor Dr.med. Bernhard S c h m i d t

Referent: Professor Dr.med. ~~dent~~. Hermann M a t h i s

Korreferent: Priv. - Doz. Dr. med. dent. W. H i e l s c h e r

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 25.Juni 1963

Inhaltsangabe

E I N L E I T U N G

I. A L L G E M E I N E R T E I L

1. Röntgenaufnahmen im Oberkiefer - Tuberbereich S. 3

2. Funktion und ihre Auswirkung auf die Knochenstruktur des menschlichen Kiefers S. 6

3. Das Tuber maxillae S.17
   a) anatomisch
   b) röntgenologisch

II. S P E Z I E L L E R T E I L

1. Periodisch - identische Zahnaufnahmen unter Berücksichtigung der Rechtswinkeltechnik S.19

2. Periodisch - identische Zahnaufnahmen im Tuberbereich mit einem neuen Filmhalter S.21

3. Auswertung der Röntgenaufnahmen S.24

III. D I S K U S S I O N S.52

IV. Z U S A M M E N F A S S U N G S.56

V. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

E I N L E I T U N G

Die Herstellung identischer Zahn - Röntgenaufnahmen gibt die Möglichkeit, Knochenan - und Abbauvorgänge einem systematischem Studium zu unterziehen.

Man ist somit in der Lage sonst nicht erfaßbare Abänderungen der Beurteilung zugänglich zu machen.

Mit dem in unserer Klinik geübten Verfahren und besonders mit der Auswertung der Befunde an Hand übereinanderkopierter Bilder, die jeweils aus dem Ausgangs - und einem Kontrollbild resultieren, wird ein bisher niemals vorhandener Einblick in die Geschehensabläufe pathologischer Abänderungen oder reparatorischer Vorgänge auf röntgenologischem Wege gewonnen. Diese Möglichkeit gilt es zur besseren Einblicknahme auszunutzen.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit soll darin bestehen, an Hand periodisch - identischer Zahnaufnahmen festzustellen, ob und gegebenenfalls wann nach den Extraktionen im Tuberbereich funktionell bedingte strukturelle Veränderungen zu erleben sind. Es soll fernerhin geklärt werden, inwieweit strukturelle Umordnungen durch die funktionellen Variationen Abwandlungen erfahren.

I. ALLGEMEINER TEIL

1. Röntgenaufnahmen im Tuberbereich

Bereits im Jahre 1907 weist Ciescynski (9 - 10) auf die Schwierigkeiten bei der Herstellung von Zahnaufnahmen im Tuberbereich hin. Als unbedingt notwendig erachtet er die Verwendung eines Filmhalters. Gleichzeitig hält er dabei das Zuschneiden des Filmes für zweckmässig.

Albers-Schönberg (2) betont rund fünf Jahre später ebenfalls die Notwendigkeit und Unerläßlichkeit eines Filmhalters zur Herstellung "technisch tadellos ausgeführter Bilder". Für Röntgenaufnahmen der oberen Molaren zieht er jedoch die extraorale der intraoralen Methode vor, um die "Ruhe der Lage und die sichere Fixation des Filmes" gewährleistet zu sehen. Im Zusammenhang mit dem gestellten Thema ist sein Hinweis, daß der Oberkiefer hinter dem letzten Molaren eine weitmaschige Struktur zeige, bedeutungsvoll.

Balters (3) lehnt die Verwendung eines Filmhalters ab, da "sie unnötige Zeitverschwendung bedeuten". Trotzdem möchte er auf den von ihm immer wieder betonten Kontrastreichtum der intraoralen Röntgenogramme nicht verzichten.
Es verwundert daher nicht, wenn er für Aufnahmen des oberen Weisheitszahnes vorschlägt:

"Man legt den Film in Bißebene zwischen die Zähne und läßt den Strahl in ca. 65° Steilheit durch die Orbita eintreten". Besonders empfiehlt er diese Aufnahmetechnik bei Kieferklemmen.

Immer wieder treten Schwierigkeiten bei Aufnahmen im Tuberbereich auf. Besonders schwierig erscheint dabei die Verwendung eines geeigneten starren Filmhalters.

Le Master empfiehlt eine Aufnahmemethode, die für die Darstellung der oberen Molarenregion besonders geeignet und

praktisch leicht anwendbar ist. Er legt zwischen Film und Zahnkrone eine Watterolle und bringt dadurch den Film gegenüber der Okklusionsebene in eine mehr senkrechte Lage. Den Zentralstrahl läßt er, soweit es die Höhe des Gaumens erlaubt, ziemlich flach fast parallel zur Okklusionsebene verlaufen.

P a r m a (38 - 39) geht in der Entwicklung der Le M a s t e r s c h e n Methode weiter. Ihm genügt die Filmfixierung nach Le M a s t e r nicht. Sein für diese Region entwickelter Filmhalter wird in der Sagittalebene der Mundhöhle fixiert. Der Zentralstrahl geht durch die Apices der buccalen Wurzeln unter einem Winkel von ca. 15°.

Die aus dem großen Abstand resultierende Unschärfe nimmt er in Kauf. Bei sehr flachen Gaumen wählt P a r m a eine etwas steilere Einstellung des Zentralstrahles, wobei er jedoch nie über 20° hinausgeht. Sehr schwierige Fälle löst er ähnlich wie B a l t e r s ebenfalls extraoral, wobei er bewußt auf eine Abzeichnung der buccalen Wurzeln des dritten Molaren verzichtet. Der Zentralstrahl läuft dicht über dem Arcus zygomaticus durch die Fossa temporalis auf den dritten Molaren.
Die sich ergebenden Schwierigkeiten in der Verwendung eines Filmhalters werden von P a r m a benannt. So schreibt er: "Filmhalter sind bei den unteren Zähnen ebenso unerläßlich, wie sie bei den oberen Zähnen entbehrlich sind".

Im Jahre 1949 empfiehlt F i t z g e r a l d (17) Röntgenaufnahmen der oberen Molarenregion unter Hinweis auf die verschiedenen Projektionsmöglichkeiten. Für den dritten Molaren bevorzugt F i t z g e r a l d eine Placierung des Filmes hinter die Medianebene bei distalexentrischem Verlauf des Zentralstrahles. Die eine Ecke des Filmes hat Kontakt mit dem gegenüberliegenden Tuber, die andere Berührung mit der Medianlinie, so daß Medianebene und Filmebene einen spitzen Winkel bilden. Zur besseren Fixierung greift F i t z g e r a l d auf Watterollen zurück.

Vor der Verwendung eines starren Filmhalters ebenfalls zurückschreckend, stellt P o y t o n (41) im Jahre 1958 seine Aufnahmen nach der Le M a s t e r - Methode her. Als schwierigstes Hindernis erwähnt er den Knochenstützpfeiler, der den Processus zygomaticus mit dem Os maxillare verbindet, den Processus ossis zygomatici. Um ihn zu umgehen, nimmt der die Exposition unter einem flacheren Winkel unter Anwendung der Le M a s t e r - Methode bei digitaler Filmfixierung vor. Zur Aufbißaufnahme rät er unter außergewöhnlichen Umständen. Dabei zieht er dann eine schräglaterale Projektion unter einem Winkel von 50° vor. Als einen sehr wesentlichen Punkt in der Herstellung geeigneter Röntgenogramme erwähnt er das Verhalten des Patienten. Er betont, daß ein Filmhalter im posterioren Gebiet der Mundhöhle Nausea hervorruft und ihn zu unwilligen Bewegungen veranlasst.

Ausschließlich einen abgewinkelten Filmhalter verwendet H i e l s c h e r (26 - 31). Seine Rechtswinkeltechnik bei der Herstellung intraoraler Röntgenogramme läßt Aufnahmen im Ober - und Unterkiefer zu. Der Zentralstrahl trifft im rechten Winkel auf die Filmebene. Durch die Verwendung eines starren Halters ist es gelungen, gezielte Aufnahmen herzustellen. Die optimale Projektionssituation ist erreicht, wenn die Lage des Objektes im Strahlengang festgesetzt ist. Im Tuberbereich bleibt der Film immer in gleicher Beziehung zur Richtung des Zentralstrahles. Bei flachen Gaumen ist eine entsprechende steilere Strahlenführung notwendig. Günstige anatomische Verhältnisse lassen eine Exposition unter einem Winkel von 20° zur Okklusionsebene zu.

2. Funktion und ihre Auswirkung auf die Knochenstruktur des menschlichen Kiefers.

Die Architektur des Kieferknochens formt sich unter funktionellen Einflüssen.
Im Jahre 1905 erwähnt R o u x (43) den Begriff der "funktionellen Struktur". Diese Struktur ist der Funktion hochgradig bis ins "Feine hinein" angepasst. Um die Perfektion des strukturellen Aufbaues zu betonen, erklärt er:

"Durchschnittlich wird allerdings nicht das zulässige Maximum an Funktion geleistet. Die Organe behalten eine gewisse Reservekraft, und die Stützapparate besitzen für statische Beanspruchung eine beträchtliche Sicherheit". Als trajektorielle Strukturen bezeichnet R o u x Strukturen, die besonders stark hervortreten; diese Strukturen bilden das eigentliche Grundgerüst, das in seinem Aufbau der Funktion des jeweiligen Organs entspricht.
Die Struktur und Funktion in Beziehung setzend, kommt er zum Begriff der funktionellen Anpassung:
"Funktionelle Anpassung ist die Anpassung von lebenden Teilen an die Funktion durch Ausübung der Funktion. Sie betrifft die äußere Gestalt und die innere Struktur der lebenden Teile".

Eine Anpassung ist nach R o u x nur im Rahmen eines funktionellen Systems möglich.
"Nur eine systemartige Verknüpfung der einzelnen Teile ist nutzbringend".
Dauernd zwingende Gründe sind nach seiner Ansicht nötig, um eine Funktionsänderung herbeizuführen. Nur dann ist eine "Umpassung", eine Überführung des früheren Anpassungszustandes in einen neuen möglich.

D r i e s c h (15) meint zum Problem der Anpassung, daß sie einem Vorgang, etwas Dynamischem, gleichzusetzen sei. Eine Angepaßtheit, ein Angepaßtsein käme dagegen etwas Statischem gleich.

W a l k h o f f (49) verweist auf die Gestaltung der äußeren Kieferformen "aller Anthropomorphen respektive der Menschen" durch die Veränderungen der inneren Struktur.
"Vergrößerung und Verkleinerung einzelner konstruktiver Teile bedingen durch die abgeänderte innere Struktur die Variationen der äußeren Form, und zwar nicht allein generell, sondern individuell".
W a l k h o f f stellt fest, daß die Struktur der passiven Anteile des Bewegungs-und Stützapparates wiederum von der Beanspruchung durch die Muskelfunktion abhängt.
Ebenso ändert sich die Struktur durch Beanspruchung der in den Kiefer eingepflanzten Zähne. Es genügt bereits der Muskeldruck der anliegenden Weichteile, um Strukturveränderungen hervorzurufen.
"Die innere Architektur wird sogar soweit beeinflusst, daß, wenn die in Trajektorien noch so kunstvoll aufgebaute Spongiosa für die Beanspruchung nicht mehr genügt, die Substantia compacta selbst für die Kraftbahnen im größten Maßstabe eintritt".

Der Be - und Entlastung des Knochens gilt auch das Interesse von B. G o t t l i e b und B. O r b a n (16). Sie finden, daß sich beim überbelasteten Zahn im Vergleich zum entlasteten Zahn, die sogenannte Lamina dura, die Begrenzung des Zahnfaches im Knochen, nach Ablauf der Überbelastung nicht verändert hat. Ein Unterschied macht sich jedoch im Spongiosabau bemerkbar. Bei Überbelastung werden die Bälkchen dicker und damit die Markräume zwischen ihnen enger. Eine Entlastung läßt die Zahl der Spongiosabälkchen sich vermindern, die kleinen Markräume zu großen konfluieren.

Um die gleiche Zeit untersucht B e l l n e r (32) die funktionellen Gegebenheiten im Oberkiefermolarenbereich.
Er vergleicht eine sogenannte "nicht funktionierende" antagonistenlose bezahnte Oberkieferhälfte mit einer "funktionierenden", d.h. im Kontakt stehenden.
Er stellt fest, daß auf beiden Seiten die den Alveolarfortsatz begrenzenden Lamellen vorhanden sind und einen "Rahmen"

bilden. Der Unterschied besteht in der Ausfüllung des "Rahmens". Auf der "funktionierenden" Seite ist der "Rahmen" durch ein dichtes System von Strebepfeilern erfüllt, während er auf der "nichtfunktionierenden"Seite spärliche Knochenbälkchen aufweist. Interessant ist sein Hinweis, daß der Bestand der den Periodontalraum begrenzenden Knochenlamelle, der Lamina dura, nicht von der Funktion abhängt und somit die Befunde von G o t t l i e b und O r b a n bestätigt. Gleichzeitig beobachtet K e l l n e r, daß sich nach Extraktionen im Oberkieferseitenzahnbereich das Lumen der Kieferhöhle vergrößert. Er schreibt:
"Es scheinen der Kieferhöhle Expansionstendenzen innezuwohnen, die bei funktionierenden Zähnen durch die Übertragung des funktionellen Druckes mehr als kompensiert werden und erst dann zum morphologischen Ausdruck kommen, wenn das Gegengewicht wegfällt".

Sich mit der Be - und Entlastung befassend, erklärt A.M. S c h w a r z (47), daß sich sämtliche unter diesen Begriffen stehenden Momente nur als Komplex verstehen lassen. Seiner Meinung nach ist es unmöglich, die Auswirkungen belastender bzw. entlastender Momente nur einem Faktor wie zum Beispiel der Zahnachsenrichtung oder der Form und dem Stellungsverhältnis der Zahnreihen zueinander oder der Trabekelkonstruktion des Alveolarknochens zuzuschreiben.
Eine Beurteilung eingetretener Veränderungen im Sinne einer Be - und Entlastung ist nach seiner Ansicht nur bei Berücksichtigung aller Faktoren möglich.

Besonders erwähnt S c h w a r z ein federndes Nachgeben der Gebißfundamente. Der Jochbogen gibt seiner Ansicht nach während des Kauaktes als Ansatz und Übertragungsstelle einer mächtigen Kaumuskelgruppe gestaltende Impulse ab. Diese Impulse sind aber nach seiner Ansicht nicht überzubewerten. Der sinnvolle Aufbau des alveolären Knochengerüstes sorgt für eine gleichmäßige Aufteilung eines Kraftmomentes in seine Vektoren. Jede übermäßige Belastung wird damit vermieden.

S i c h e r s (44) Untersuchungen zeigen, daß der Kaudruck in "günstigster Weise" übertragen wird. Nur durch die "syndesmotische Verbindung des Kiefers mit dem Zahn" ist ein schonendes Abfangen der Kaudruckkräfte möglich.

Er weist dabei besonders auf die funktionell ausgerichteten Bündel straffer kollagener Bindegewebszüge hin, die von der Alveole leicht apikalwärts geneigt im Wurzelzement des Zahnes enden. Diese in der Ruhelage in Wellenlinien liegenden nicht dehnbaren Faserbündel straffen sich bei Belastung des Zahnes. Sie erklären das Auftreten von Zugkräften. Sie bilden den wesentlichen Teil des Paradentiums.

Der Knochenstruktur gilt auch H. M e y e r s (33) Interesse. Er weist auf die sinnvolle Anordnung der Spongiosabälkchen hin. An geeigneten Schnitten zeigt er stärkere Züge von Bälkchen, die bestimmt sind, unmittelbar einwirkende Kräfte aufzufangen. Den trabekulären Aufbau der Spongiosa beschreibt er an röhrenförmigen Knochen. Als richtungweisend erkennt er die beiden Faktoren Druck und Zug.
Druck wird durch Belastung ausgeübt, Zug durch die am Knochen inserierenden Muskeln wirksam.

M e y e r s Angaben werden von C u l l m a n (13) durchaus bestätigt. C u l l m a n, ein Mathematiker, untersucht den konstruktiven Aufbau des menschlichen Skeletts und stellt fest, daß in der Anordnung der Hauptzüge im trabekulären Aufbau der Spongiosa den mechanischen Gesetzen der Beanspruchung Rechnung getragen wird.
Er meint, daß es unmöglich ist, einen grundlegenden einheitlichen Aufriß der Haupttrajektorien zu geben. Das menschliche Skelett befindet sich auf Grund der sich dauernd ändernden Beanspruchung in kontinuierlichem Umbau. Zug- und Druckrichtung ändern sich stetig. So ergibt sich eine komplizierte Ordnung im Spongiosabau.
Umordnungen, wie sie unter pathologischen Bedingungen stattfinden, lassen die Ausrichtung der Spongiosazüge nach mechanischen Gesetzen erkennen- Die empfindliche Spongi...

reagiert dann sofort, ein Umbau findet im Sinne einer Umordnung der Hauptzüge statt, um Zug und Druck schonend abzufangen.

In diesem Zusammenhang sind die Ausführungen von Mc M i l l an H u g h (34) interessant. Er stellt fest, daß alle Charakteristika der Knochen anderer Körperpartien im Kieferknochen zu finden sind. Auch er erkennt, daß der strukturelle Aufbau des Alveolarfortsatzes durch mathematisch - mechanische Gesetze festgelegt ist. Gleich M e y e r und C u l l m a n verweist er auf die große Leistungsfähigkeit, die mit einem Minimum an Material erzielt wird. Funktionelle Anpassung demonstriert H u g h am Alveolarfortsatz des Unterkiefers.

Nach Extraktion eines zweiten Molaren stellt er Knochenneubildung fest. Die "Lamina dura" verliert ihre gleichmäßige Beschaffenheit, der obere Teil der Alveole wird von amorphen Knochen ersetzt, die Haupttrabekel nehmen parallelen Verlauf zum Alveolarrand an. Durch veränderte funktionelle Beanspruchung wird der Knochen über der ehemaligen Alveole kompakter, während er zwischen den Wurzeln weitmaschiger wird.

W h i t m a n (50), von H u g h (34) zitiert, erklärt, nachdem er röntgenologische Untersuchungen auf dem gleichen Gebiete durchgeführt hat:
"In the X - ray negative such atrophy is indicated by a loss of clearness in outline which is replaced by a peculiar blur, resembling closely the infiltration due to disease".
W h i t m a n wie auch H u g h stellen demnach eine gewisse Unordnung fest, die jedoch gesetzmäßig zu sein scheint. Interessant ist W h i t m a n s Hinweis auf die daraufhin irrtümlicherweise oft angenommenen "residual infections".

P a r m a (38) verweist in seinen röntgenhistologischen Betrachtungen auf W a l k h o f f s Untersuchungen. Kurzen Betrachtungen über die "vielfach studierte" Histologie des Unterkiefers fügt er hinzu, daß es einen eigentlichen Vergleich zwischen einem anatomischen Präparat und einem Röntgenogramm garnicht geben könne. Projektionsbedingt entstehe

eine völlig andere Situation als sie durch den histologischen Schnitt gegeben sei.
Besondere Beachtung schenkt P a r m a den Rarefikationen. Er unterscheidet Strukturrarefikationen, die unechten und die durch die pneumatischen Räume bedingten Rarefikationen, und verweist unmittelbar auf die so grundlegende Bedeutung der Kenntnis der Spongiosastruktur: ".....,denn, wo sie zu sehen ist, ist ein pathologischer Prozeß ausgeschlossen". P a r m a betont damit die Notwendigkeit der Kenntnis "typisch" röntgenologischer Details, da es projektionsbedingte unterschiedliche Abzeichnungen eines Skeletteiles gibt. Nur so sei es möglich, eventuell vorliegende pathologische Prozesse rechtzeitig zu erkennen.

Der Ausbildung und Richtung der Spongiosabälkchen gilt auch S c h r ö d e r s (46) Interesse. Er betont, daß sich in ihr die Belastung der einzelnen Zähne widerspiegele. Spannungsvorgänge, die sich während des Kauaktes ergäben, sorgten seiner Ansicht nach für eine Umordnung der Spongiosastruktur.

Besonders weist er dabei auf den engen Zusammenhang zwischen Zahnhalteapparat und Knochen hin. Schröder erwähnt, daß während des Kauaktes Biegungs- und Torsionsmomente auftreten. Über die Zahnreihen werden sie dem Knochen mitgeteilt. Handelt es sich dabei nicht um außergewöhnliche Belastungen, so findet durch sinnvolle Anordnung der Stützelemente im Spongiosagefüge eine Kompensation statt. Extreme Beanspruchung von Zahnhalteapparat und Knochen erfordert dagegen einen Umbau. Es kommt zur Umordnung der Spongiosazüge. Ihre Anordnung läßt Rückschlüsse auf Veränderungen der Kraftrichtung zu.

Zur Frage der Trajektorien äußert er sich:
"Daß sich das Trajektorium aber aus einzelnen von den Zähnen abhängigen Teilabschnitten zusammensetzt geht schon daraus hervor, daß es hinter dem letzten Zahn eine deutliche Unterbrechung erfährt, ebenso nach der Extraktion von Zähnen".

Dem Aufbau des Zahnstützapparates gilt auch das Interesse von M a t h i s (36). Wiederum ist das Erkennen der funktionellen Bedeutung dem Autor von Wichtigkeit. An den Anfang seiner Betrachtungen stellt er das Verdienst W e s k i s, "der als erster über morphologische Grenzen hinaus in dieser Einrichtung ein funktionelles System erkannte".
M a t h i s weist darauf hin, daß das Gebiß ein aus Zahneinheiten zusammengesetztes Teilkörpersystem darstellt, das selbst wieder ein Glied, bzw. einen Teilkörper in übergeordneten Systemen, dem gesamten Kauapparat einschließlich Muskeln, darstellt und dem Stoffwechsel des Gesamtorganismus unterstellt ist. Zahn und Zahnhalteapparat bilden eine funktionelle Einheit, eine statische Konstruktion mit dem Sinne der Übertragung und des Ausgleiches von am Einzelzahn angreifenden Gewalten unter Erreichung einer bestmöglichen festen Verankerung im knöchernen Zahnfach.
Bei der Betrachtung des Knochengerüstbaues fällt auch sofort der Systemcharakter auf. M a t h i s zitiert an dieser Stelle B e n n i n g h o f f, indem er auf die auftretenden Spannungslinien, die durch Spaltlinien sichtbar gemacht werden können, hinweist.
Die Funktion einzelner Teile ist nur sinnvoll und nutzbringend, wenn sie in einem System als einheitliches Ganzes zusammengefaßt sind.
"Kein Teil hat für sich eine Daseinsberechtigung, kein Teil kann für sich eine Funktion leisten, kein Teil kann für sich eine funktionelle Struktur sein".
Von einer funktionellen Bedeutung der Einzelteile kann man nach M a t h i s nur sprechen, wenn man sie unter dem Aspekt des Ganzen sieht.
Er gibt an, daß z.B. der Unterkiefer von den Zahnreihen und dem Gelenkköpfchen auf Druck beansprucht wird. Der Druck wird durch die Schließmuskeln hervorgerufen. Es teilen sich dem Knochen Biegungsmomente mit, es ergeben sich Veränderungen der Knochenarchitektur. Diese resultieren jedoch nur bei einer sich ändernden Gesamtbelastung. Einzelbelastungen

zeigen keine entsprechenden Änderungen in der Architektur. M a t h i s warnt auch davor, eine schnelle Reaktion des Knochens zu erwarten:
"Wo eben mit dem Aufbau eines Osteons begonnen wurde, muß die Arbeit sehr bald wieder abgebrochen werden, weil inzwischen ein anderer Spannungszustand und damit auch neue Anpassungsaufgaben entstanden sind. Die Tatsache, daß die Kiefer den Typus des grobstückigen Schotterknochens repräsentieren, zeigt, daß hier unter den besonderen funktionellen Bedingungen die Unstetigkeiten und Anisotropien nur in verhältnismäßig kleinem Umfang ausgeglichen werden".

Selbst die Schleimhaut wird dem funktionellen System eingereiht. M a t h i s teilt ganz die Ansicht B e n n i n g h o f f s, der erklärt, daß die Schleimhaut den Knochen wie eine schützende Decke überzieht. "Sie wird durch die umgebenden Weichteile in Zugspannung versetzt. Die Zugspannung hängt in ihrem Verlauf von den Randbedingungen der gespannten Membran ab, d.h. von der Lage der Fixationspunkte, die im Oberkiefer in der Gaumennaht und sowohl im Ober- und Unterkiefer in der Umgebung der Zähne gelegen sind".
Es verwundert nicht, daß M a t h i s bei seiner Betrachtung der Interdental - und Interradikulärsepten des Kiefers die funktionsbedingte Anordnung der Knochenbälkchen im spongiösen Knochen hervorhebt:
"Sie ziehen im Interdental- bzw. im Interradikulärseptum horizontal; ebenso auch dort, wo zwischen einer Alveolaraußen- und Innenkompakta überhaupt eine Spongiosalage sich ausbildet. Dagegen ziehen Spongiosabälkchen, die vom Fundus der Alveole in den Kiefer einstrahlen, annähernd in der Längsachsenrichtung des Zahnes, um entweder nach spitzwinkeliger Abweichung den Anschluß an die Kompakta externa oder aber - gerade weiterziehend - die Kompakta des Nasen - Kieferhöhlenbodens zu gewinnen".

Zum "parodontalen" Stützgewebe und seiner Erhaltung hat u.a. H ä u p l (19, 20, 21, 22) sein Interesse zugewendet.

Die Entstehung "paradentalen" Gewebes ist seiner Meinung erst nach erfolgtem Zahndurchbruch möglich.
"Vorher besteht zwischen Zahnkeim und seiner Umgebung das Verhältnis einer rein anatomischen Nachbarschaft , das allmählich in das einer funktionellen Abhängigkeit übergeht. Während des Zahndurchbruchs und der ersten Jahre nach dem Zahndurchbruch wird das ursprüngliche, dem Zahnkeim benachbarte Gewebe umgebaut. Es entsteht die Wurzelhaut, Zahnfachwand und ihre abstützenden Bälkchen. So erst wird das "paradentale" Gewebe trag-und widerstandsfähig und geeignet, als Stützgewebe für den Zahn zu dienen".

Die funktionellen Reize, die nach H ä u p l s Beobachtungen rein muskulärer Natur sind, sind zur Erhaltung der Struktur der Stützgewebe unbedingt notwendig. Er betont, daß sie allein es sind, die nach erfolgtem Zahndurchbruch und nach erfolgter Ausreifung des "paradentalen" Stützgewebes die Erhaltung dieser Struktur und somit auch die der Zahnstellung gewährleisten.
Dieser Abhängigkeit zwischen Gewebsstruktur und funktioneller Inanspruchnahme bedient man sich in der Funktionskieferorthopädie. Hier werden dem Gewebe Reize vermittelt, die zur Gewebsneubildung führen und das entstehende Gewebe in Gestalt und Struktur beeinflussen. Nach H ä u p l s Ansicht ist nach Veränderung der funktionellen Inanspruchnahme bald eine Umbildung der geweblichen Struktur festzustellen.
Dieser Gewebsumbau wird im paradentalen Gewebe und im Knochengewebe durch eine Gefäßreizung eingeleitet. Durchgeführte Untersuchungen lassen H ä u p l aussagen, daß örtlich Knochenabbau, ausgelöst durch Gewebsbildungsvorgänge und Reizzustände der Gefäße, stattfindet. Immer wieder weist er darauf hin, daß An - und Abbau eine Ursache haben.
Wo eine Gewebsbildung und eine Gewebsreizung stattfindet, wird eine Gewebsdrucksteigerung verursacht. Diese Gewebsdrucksteigerung leitet eine Osteoklase ein. H ä u p l bezieht sich hier hauptsächlich auf die Osteoklastenlehre K ö l l i k e r s und P o m m e r s, welche besagt, daß

durch Gewebs-und Blutdrucksteigerung die an der Knochenoberfläche liegenden mesodermalen Zellen unter Druck gesetzt würden und daraufhin osteoklastische Funktionen annähmen.

Entstehende Funktionsstörungen sind H ä u p l s Ansicht nach jedoch nicht allein nur auf eine Veränderung der funktionellen Inanspruchnahme des paradentalen Gewebes zurückzuführen, sondern auch auf eine Veränderung der Reaktionsfähigkeit desselben. Die in der funktionellen Lebensperiode überwiegenden funktionell - mechanischen Reize wirken sich nur aus, wenn sie auf ein Keimgewebe treffen, dessen normale Reaktionsfähigkeit bzw. Proliferationsfähigkeit gegeben ist. Ist das Gewebe diesen Reizen nicht zugänglich, so können Veränderungen in der Gewebsspannung auf chem.-toxische Reize, Hyperämiezustände und "nekrohormone" Gewebsbildungen zurückgeführt werden.

Die Gewebsveränderungen im Paradentium sind H ä u p l s Ansicht nach jedoch häufig funkt.- mechanischer und traumatischer Natur. Dies erscheint umsomehr berechtigt, wenn man die eigentliche Aufgabe des Paradentiums berücksichtigt, den die Zahnkrone treffenden mechanischen Einwirkungen Widerstand zu leisten.

Tatsächlich läßt sich eine Hypertrophie meistbeanspruchter Knochenbälkchen nachweisen. Die Folge dieser Hypertrophie ist dann wiederum eine Gewebsdrucksteigerung, die neben Veränderungen in den Markräumen zum Abbau anderer, denselben Markraum begrenzender Knochenbälkchen führt.

Es sind nicht nur die Knochenbälkchen, die nachweisbar funktionell ausgerichtet sind. Zahn, Zahnfachwand und Wurzelhaut tragen ebenfalls in ihrem Aufbau der funktionellen Beanspruchung Rechnung.

Die bei der funktionellen Inanspruchnahme in Spannung geratenen Sehnenfasern üben einen funktionellen Reiz auf die Wurzelhaut und ihre Gefäße aus. Die Wurzelhaut reagiert bei einer allmählichen Steigerung dieser Reize wie jedes andere Stützgewebe mit einer hypertrophischen Entwicklung.

Daher kommt es während des Zahndurchbruches und später im gleichen Maße zu einer Verstärkung der sich bildenden Wurzelhaut, wie auf den Zahn muskuläre Reize einwirken können, es bildet sich ein regelrechtes Wurzelhautgewebe aus. Auch hier setzt die normale Entwicklung des Wurzelhautgewebes eine normale Reaktionsfähigkeit des Organismus voraus.

Veränderungen in der Widerstandskraft gegenüber der Funktion können im Leben erworben sein. So kann ein plötzlich auftretender Diabetes die regenerative Zelleistung herabsetzen, die Widerstandskraft des Wurzelhautgewebes so vermindern, daß eine deletäre Zahnlockerung resultiert.

Das Tuber maxillae

a) anatomisch

Einer der Hauptknochen des Visceralskeletts ist das Oberkieferbein, die Maxilla.
Man (42) unterscheidet einen Körper und vier Fortsätze: Alveolarfortsatz, Gaumen -, Jochbein - und Stirnfortsatz.
"Der Körper, Corpus maxillae, stellt eine dreiseitige Pyramide dar, deren Basis, Facies nasalis, nach der Nasenhöhle sieht, deren Spitze dem Processus zygomaticus entspricht. Die drei anderen Flächen sind die vordere, Facies anterior, die hintere, Facies infratemporalis, die obere, Facies orbitalis. Die vordere Fläche, Facies anterior, ist durch die Anfügung des Jochfortsatzes und durch eine scharfe, von der Gegend des ersten Mahlzahnes ausgehende Leiste, Crista infrazygomatica, von der hinteren Fläche getrennt".
Der Alveolarfortsatz endet beidseitig am Tuber maxillae, einem konvexen Vorsprung der Facies infratemporalis, einer hinter dem Jochfortsatz und der Crista infrazygomatica gelegenen Fläche. In ihm befinden sich die Alveolen, die im Tuberbereich die Dentes molares enthalten. Der dritte Molar, Dens serotinus, bildet beim vollbezahnten Kiefer den distalen Abschluß.
Der Oberkieferalveolarfortsatz weist im Gegensatz zum Unterkiefer ausgedehnte Spongiosa auf. Die Kompakta übernimmt als "motiviert zusammengedrängte Spongiosa" (K o p s c h) die Begrenzung.

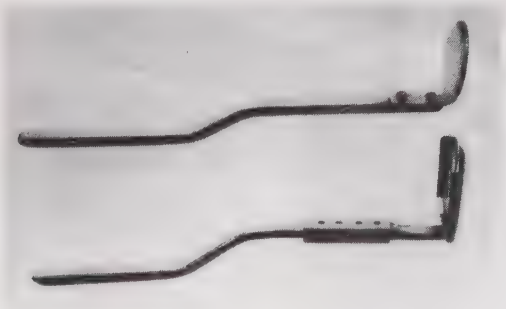
b) röntgenologisch

Bei der Betrachtung eines Röntgenogramms findet man die für einen bestimmten Skeletteil immer wieder "typischen" Aufhellungen und Schattenverdichtungen.
So auch bei einer Röntgenaufnahme vom Oberkieferalveolarfortsatz im Bereich des Tuber maxillae. Es imponiert hier sofort eine Schattenverdichtung, der Processus muscularis. H i e l s c h e r bemerkt: '..... er ragt "wie ein Zeigefinger" in den Distalbereich des Oberkiefers'.
Dann - eine kleine schon schärfer umschriebene Verschattung, die parallel zur Achsenrichtung der Zähne verläuft, der Hamulus. Distal vom Hamulus gelangen zur Darstellung die beiden platten Knochen des Processus pterygoideus.
Man wird sie selten finden; die völlig einwandfreie röntgenologische Darstellung gelang H e r w i g (25) am mazerierten Schädel. Voraussetzung dafür ist eine recht flache Strahlenführung und eine distale Filmplacierung. Diese ist am Patienten jedoch nur selten zu erreichen.
Bei Abbildung der Knochen des Processus pterygoideus entsprechen der caudale Anteil der Lamina lateralis, und die darüber gelegene intensivere Schattenverdichtung der Lamina medialis, an der Anteile der lateralen Wand beteiligt sind.
Die Kompakta, längst nicht so mächtig wie im Unterkiefer, imponiert im Oberkiefer - Tuberbereich als schmale Verdichtungslinie, dem Limbus alveolaris, der sich im Distalbereich in caudo - cranialer Richtung fortsetzt und schließlich in die Verdichtungslinie der Lamina lateralis überzugehen scheint.
Die Spongiosa, die im Unterkiefer - Molarenbereich großräumige Struktur aufweist und sich ziemlich transparent zeigt, ist im Oberkiefer zu gleichen Anteilen aufgehellt und verschattet, so daß "spinnennetzförmige" Strukturen imponieren.

II. S P E Z I E L L E R T E I L

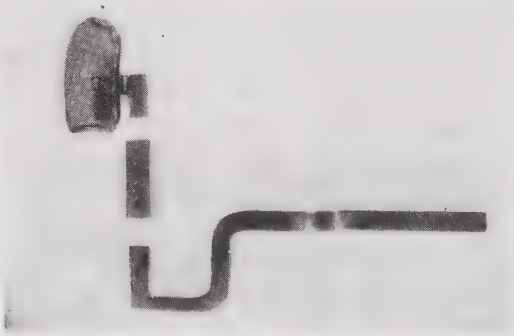
1. Periodisch - identische Zahnaufnahmen unter Berücksichtigung der Rechtwinkeltechnik

Bei der Herstellung periodisch - identischer Zahnaufnahmen ist die Anwendung einer Aufnahmetechnik Voraussetzung, die von vornherein projektivische Verzerrungen ausschließt, exakt und schnell durchzuführen ist und mit kürzesten Belichtungszeiten auskommt.
Um allen diesen Forderungen zu entsprechen, erwies sich die Verwendung des abgewinkelten Filmhalters nach H i e l - s c h e r am vorteilhaftesten.
Die Rechtswinkeltechnik bringt den Vorteil, daß Filmebene und Zahnachsenebene zueinander parallel sind und daß man zu beiden Ebenen eine senkrechte Strahlenführung bekommt. Dadurch ist die Möglichkeit einer projektivischen Verzerrung auf ein Minimum reduziert.

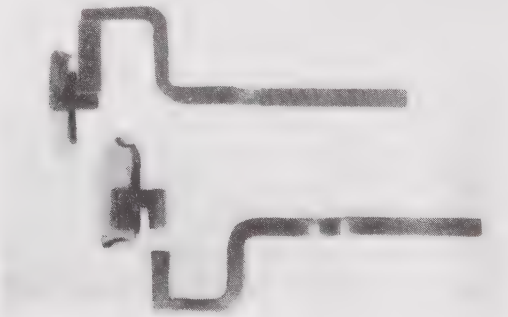


Die Anordnung des oben abgebildeten Halters erlaubt seine schnelle Handhabung, denn durch den am Röntgentubus fixierten Haltestab ist der Strahlenverlauf angezeigt. Er ist nur noch senkrecht zur gedachten Zahnachse zu führen.
Die am Ende des Filmhalters befindliche Kunststoffplatte dient zur Aufnahme des Films und ist so angeordnet, daß sich eine zum Film senkrechte Strahlenführung ergibt.

Zur Herstellung situationsgleicher Zahnaufnahmen wird ein zweiteiliger abgewinkelter Filmhalter nach H i e l s c h e r verwendet. Zum Filmhalter gehört eine Abdruckhülse, die so ausgeführt ist, daß sie beide Teile des Filmhalters verbindet. Sie liegt am Filmträger und dient zur Aufnahme der Abdruckmasse, die den Biß fixiert und damit die Lage des Filmträgers für die Kontrollaufnahme festlegt. Der Filmträger besteht am H i e l s c h e r - Halter im vorderen Teil aus Kunststoff. Die Rückenplatte besteht aus Metall. Zwischen beide wird der Film geklemmt.
Im übrigen ist der Filmhalter am Röntgentubus mittels einer Klemmfeder arretiert, die sich auf einem drehbaren Ring befindet. So ist eine Drehung des Filmhalters bei bleibender Parallelität zum Achsenstrahl und der dazu senkrechten Filmführung möglich, um allen anatomischen Varianten genügen zu können.



Zweiteiliger Filmhalter mit Abdruckhülse für period. identische Zahnaufnahmen im OK-Tuberbereich.



Der neue Filmhalter zusammengesetzt (im unteren Bildteil ohne Hülse).

2. Periodisch - identische Zahnaufnahmen im Tuberbereich mit einem neuen Filmhalter

Für Aufnahmen im Oberkiefer - Tuberbereich wurde eine Umgestaltung des bisher verwandten Filmhalters notwendig. Die Form des oben abgebildeten Halters erlaubte nur eine unzureichende röntgenologische Darstellung des oberen dritten Molaren.
Bei der Anfertigung eines geeigneten Filmhalters für die periodisch - identischen Zahnaufnahmen im Tuberbereich wurde berücksichtigt, daß sich bei geöffnetem Munde die Wangenmuskulatur so spannt, daß sie der Anfertigung situationsgleicher enoraler Röntgenaufnahmen hinderlich ist.
Eine rechtswinkelige Umgehung des Mundwinkels erleichterte die Aufnahmetechnik. Unter Beibehaltung der Zweiteiligkeit des so oft bewährten H i e l s c h e r - Halters (27), wurde so vorgegangen, daß jetzt bei der neuen Konstruktion die Abdruckhülse in Richtung der Zahnreihe angeordnet ist und nicht senkrecht dazu.
Der Filmträger ist als stabile Metallkassette gestaltet. Seine obere Kante entspricht in ihrer Form dem Profil des Gaumens. Die ganze Kassette liegt in der Sagitalebene und dient zur Aufnahme eines Zahnfilmes von der Größe 3 x 4 cm. Sie ist etwas niedriger als der Film, um die Schleimhaut des Gaumens nicht zu verletzen. Die Filmkante wird dadurch geringfügig verbogen. Dies erklärt die hin und wieder auftretenden Verzerrungen am oberen Bildrand.

Zur röntgenologischen Darstellung des Oberkieferseitenzahnbereiches erweist es sich als zweckmässig, den Alveolarfortsatz in die Horizontale zu bringen. Die Aufnahmetechnik unterscheidet sich nicht wesentlich von der bereits in einschlägiger Literatur (29, 30, 31) beschriebenen und bewährten Methode zur Herstellung periodisch - identischer Zahnaufnahmen.
Die Filmkassette wird samt Abdruckhülse und der auf ihr befindlichen thermoplastischen Abdruckmasse "Xantygen" in die Mund-

höhle eingeführt und der oberen molaren Region so angelegt, daß die zweiten und dritten Molaren in den gedachten Strahlengang zu liegen kommen. Gleichzeitig werden die Kaufläschen der molaren und prämolaren in dem noch weichen Abdruckmaterial abgedrückt. Dann wird der Patient gebeten, fest zuzubeißen, so daß die Abdruckhülse jetzt zwischen "Testzahnreihe" und "Hilfszahnreihe" zu liegen kommt. Zu beachten ist bei diesem Vorgang, daß sich die während der Okklusionsbewegung noch plastische Abdruckmasse nicht gingivalwärts bewegt, um eine Retention des wenig später erstarrten Abdruckmaterials zu vermeiden.
Nach Erhärten des "Xantygens" wird durch leichtes Hebeln an der Abdruckhülse festgestellt, ob der Biß und damit die an der Hülse befestigte Filmkassette fixiert ist.
Dann wird der restliche Teil des Filmhalters in den noch freien Teil der Hülse geschoben und in der Klemmfeder des leicht zu bedienenden Heliodent - Siemens - Röntgengerätes arretiert.
Die Führung des Zentralstrahles wird eine leicht distalexentrische sein. Dies erklärt sich durch die Stellung der Filmkassette. Dorsalwärts ist diese in den häufigsten Fällen zur Medianlinie des Gaumens verschoben, um eine zu kräftige Berührung mit dem Arcus palatoglossus des Palatum molle zu vermeiden.
Neben der größeren Annehmlichkeit für den Patienten zeigt die geringe Abweichung vom orthoradialen Strahlenverlauf den Vorteil, daß ein Übereinanderprojizieren der distalen und palatinalen Wurzeln entfällt.
Gleichzeitig kann der einer orthoradialen Strahlenführung im Tuberbereich hinderliche Processus zygomaticus ossis zygomatici umgangen werden.
Erschwerend wirkte bei der Herstellung der Zahnaufnahmen die während der Abdrucknahme durch die Berührung der Gaumenweichteile der oft auftretende reflektorisch bedingte Würgereiz.

Eine Abdrucknahme war häufig nur möglich, wenn der Patient mit der Aufnahmetechnik vorher bekannt gemacht worden war. Zahlreiche Patienten haben beim Abdrucknehmen vor einer Exposition des Röntgenfilmes die Weiterbehandlung abgelehnt. Die Exposition der Zahnaufnahmen erfolgte unter einem Winkel von ca. 20 - 30°. Bei sehr flachem Gaumen mußte steiler projiziert werden. Eine Herstellung periodisch - identischer Kontrollaufnahmen war dadurch jedoch nicht in Frage gestellt. Da die jeweilige Lage des Filmes durch den wieder zu verwendenden Abdruck festgelegt ist, ist auch die Projektionsrichtung bei den Kontrollaufnahmen die gleiche. Die Belichtungszeiten blieben, um eine ebenso gleichmäßige Abbildung wie auf dem Anfangsbild zu bekommen, unverändert.

Die Aufnahmen erfolgten alle mit einem Heliodent - Siemens-Röntgengerät

bei einer Belichtungszeit von 0,6 sec
bei einer Stromstärke von 7 mA
und bei einer Spannung von 50 kV

auf einem 3 x 4 cm Super Dozahnfilm der Firma Adox.

Bei 65 Patienten wurden vor der Extraktion eines im Oberkiefer-Tuberbereich befindlichen Molaren enorale Röntgenaufnahmen der Tuberregion angefertigt.

Zur Nachuntersuchung sind 58,5 % der Patienten nicht erschienen. 41,5 % der in Betracht kommenden Fälle wurden nachuntersucht. Aus dem verbliebenen Untersuchungsmaterial werden 12 Fälle vorgestellt.

Abb. 1

Abb. 2

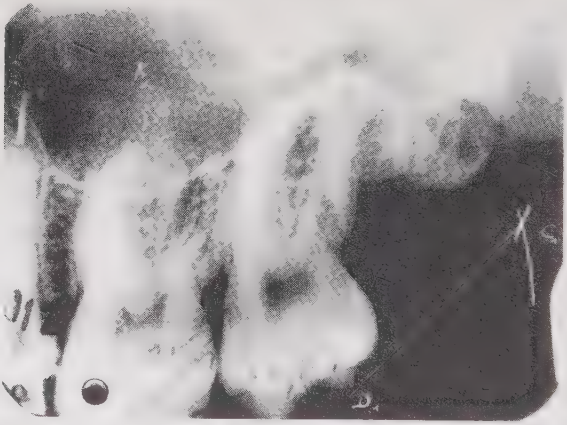
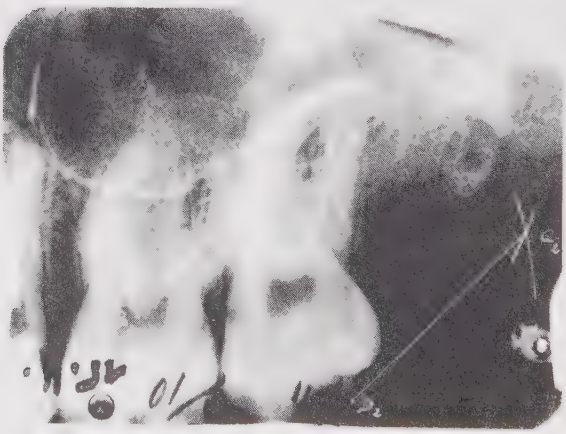


Abb. 3



3. Auswertung der Röntgenaufnahmen.

Fall I: Patientin G. St.

Befund:

Die enorale Röntgenaufnahme zeigt die drei oberen Molaren. Die palatinalen Wurzeln sind frei projiziert, so daß eine distal - exentrische Strahlenführung des Zentralstrahles vorgelegen haben muß. Deutlich zeichnet sich die latero - basale Antrumlinie ab. Die Wurzeln des Sapiens und des zweiten Molaren sind übereinander projiziert, die Verdichtungslinie der Innenkortikalis ist gut zu erkennen. Distal vom dritten Molaren imponiert das Tuber.
Der Limbus alveolaris ist in diesem Bereich bogenförmig bis spitz gestaltet. In seinem weiteren distalen Verlauf überschneidet er die Konturen des Hamulus pterygoideus und der Lamina lateralis des Processus pterygoideus. Der Alveolarfortsatz zeigt gleichmässige Strukturierung. Im Tuberbereich fällt die grobwabige Beschaffenheit auf.

Das 4 Wochen nach der Extraktion des Sapiens angefertigte Kontrollbild zeigt, daß im Tuberbereich distalwärts ein modellierender Knochenabbau stattfindet. Die Strukturierung erscheint leicht verwischt, ein limbaler Abschluß ist nicht mehr vorhanden. Die Innenkortikalis der ehemaligen Alveole ist noch zu erkennen, im apikalen Gebiet jedoch unvollständig. Die buccalen Anteile der leeren Alveole des dritten oberen Molaren imponieren schemenhaft.

Das zweite Kontrollbild zeigt im Vergleich zum vorhergehenden eine deutlichere Strukturierung. Die buccale Knochenlamelle ist jetzt deutlich abgezeichnet. Die übrigen Anteile der Innenkortikalis der ehemaligen Alveole sind, obwohl mit Unterbrechungen, kaum noch zu erkennen. Die großwabige Aufhellung im distalen Tuberbereich ist verkleinert.

$CD = 4{,}43$ cm $\quad C_1D_1 = 4{,}49$ cm $\quad C_2D_2 = 4{,}53$ cm

Abb. 1

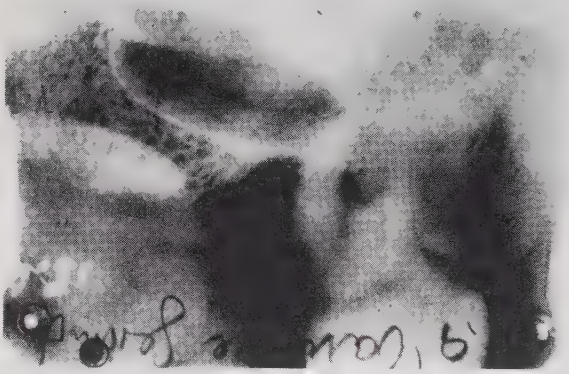
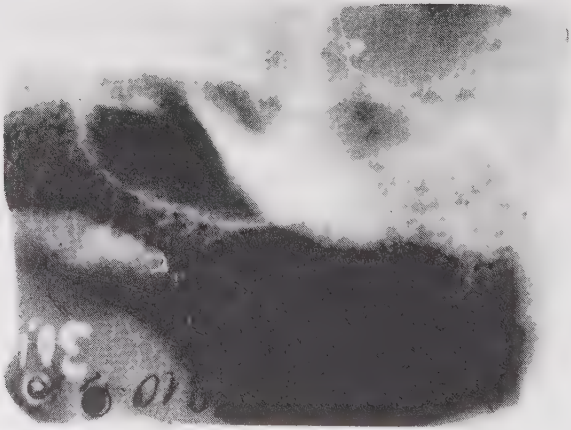


Abb. 2



Fall II : Patientin G.D.

Befund:

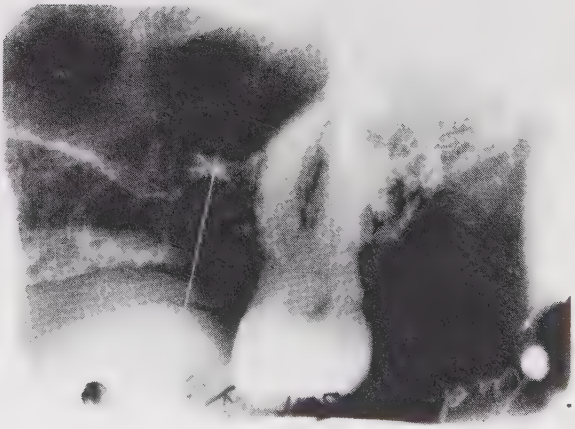
Die Röntgenaufnahme zeigt einen zweiten Molaren im Oberkieferseitenzahnbereich. Deutlich zeichnet sich eine spinnennetzförmige Struktur des Alveolarfortsatzes ab, die nur durch die natürliche Transparenz des Antrums unterbrochen zu sein scheint. Die latero-basale Antrumlinie ist gut zu erkennen. Im Bereich des dargestellten Molaren fällt die strukturelle Verdichtung der Spongiosa auf. Die mesialen Molarenwurzeln sind nur noch zu einem Drittel von einem knöchernen Zahnfach umgeben. Distalwärts dagegen ist die limbale Begrenzung des Alveolarfortsatzes normal.

Das vier Wochen nach Extraktion angefertigte situationsgleiche Kontrollbild läßt eine weitgehende Modellation des Limbus alveolaris erkennen. Auffallend ist jedoch das völlig andere Strukturbild. Während die Struktur des Spongiosa sich im Bereich der eingetragenen Meßpunkte A und B kaum geändert hat, zeigt sie sich jetzt im Gebiet des zweiten oberen Molaren viel aufgelockerter. Großwabige Aufhellungen fallen auf. Auch scheint sich die vorher stellenweise schwach imponierende latero-basale Begrenzung des Antrums verdichtet zu haben. Sie ist jedoch nicht mehr so scharf wie auf dem vorhergehenden Bild abgezeichnet.

$C\ D = 2{,}65$ cm $\qquad C_1 D_1 = 2{,}65$ cm

Abb. 1

Abb. 2



Fall III: Patientin E. L.

Befund:

Das bei orthoradialer Strahlenführung angefertigte Röntgenbild zeigt im OK-Tuberbereich einen impaktierten Sapiens, dessen scharf abgezeichnete Krone die distalen Wurzeln des zweiten oberen Molaren bedeckt. Die scharfe Konturierung des impaktierten Zahnes lassen seine filmnahe palatinale Lage vermuten. Die Verdichtungslinien des Antrums und des Limbus alveolaris sind deutlich abgezeichnet und zeigen keine Abweichungen.

Die mesial vom zweiten Molaren abgebildeten Anteile des Alveolarfortsatzes sind unbezahnt. Hier erscheint die Spongiosastruktur aufgelockerter als im Tuberbereich.

Die einen Monat später angefertigte situationsgleiche Kontrollaufnahme zeigt im Kieferbereich den großen Defekt, der durch die operative Entfernung des impaktierten Dens serotinus entstanden ist. Starke Aufhellungen von ovaler Form sind zu erkennen. Das auf dem vorhergehenden Bild noch scharf abgezeichnete interradikuläre Septum des zweiten Molaren erscheint jetzt strukturell aufgelockert. Die begrenzenden Verdichtungslinien der Kieferhöhle weisen nicht mehr die vorher zu beobachtende Intensität auf. Sie imponieren verdünnt.

C D = 4,12 cm $\quad\quad$ C_1D_1 = 4,10 cm

Abb. 1

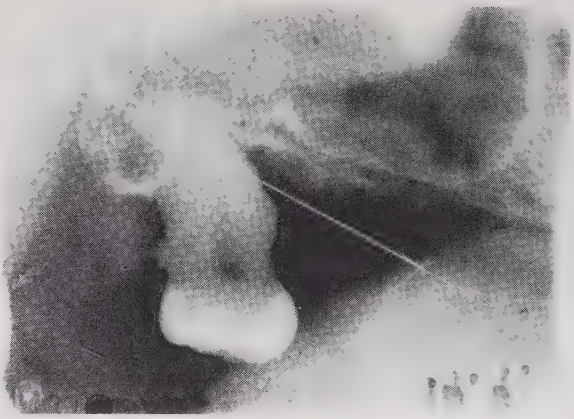
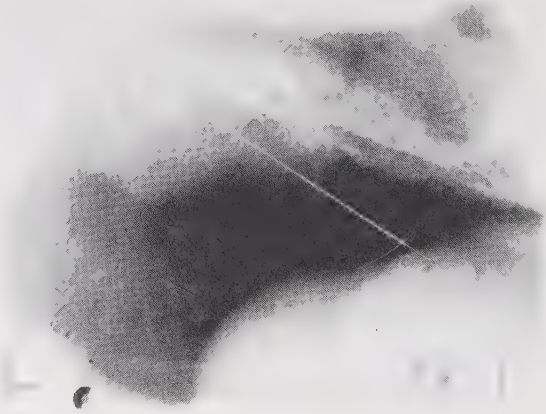


Abb.



Fall IV: Patientin E.P.

Befund:

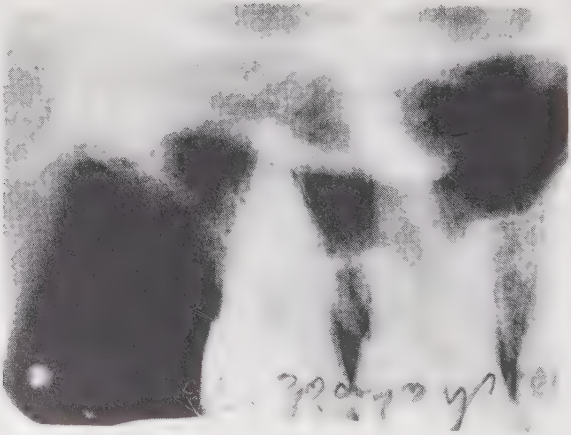
Die enorale Röntgenaufnahme zeigt einen im Oberkiefer - Tuberbereich befindlichen Molaren einer älteren Patientin. Gut zu erkennen sind die latero - basale Antrumlinie und die Innenkortikalis des noch verbliebenden Zahnes. Die distale Begrenzung des Tuber maxillae tritt in klarer Zeichnung hervor. Die Kompakta des Alveolarfortsatzes ist nur intensiv im Gebiet des Zahnes zu erkennen. Die Aufhellungen direkt im Tuber maxillae erinnern in ihrer Abzeichnung an Waben. Die Spongiosa-Strukturierung des abgebildeten Alveolarfortsatzes ist als normal zu bezeichnen.

Das 4 Monate post extractionem angefertigte situationsgleiche Röntgenbild zeigt bei einer vergleichenden Betrachtung eine nur geringfügige Abflachung des Tubers. Im Gegensatz zu den vorherigen Fällen ist keine deutliche Verkleinerung der Rarefikationen im Tuberbereich festzustellen. Bis auf die Nivellierung des Alveolarfortsatzes zeigt das Kontrollbild keine Veränderungen. Sogar die Größe, Form und Ausdehnung der Kieferhöhle hat keine Veränderung erfahren. Eine schmalere Abzeichnung der homogenen Schattenverdichtung des Processus temporalis ossis zygomatici erklärt sich im Kontrollbild durch die stärkere Abknickung des Filmes.

C D = 7,20 cm C_1D_1 = 7,15 cm

Abb. 1

Abb. 2



Fall V: Patientin M.

Befund:

Das Röntgenbild zeigt die beiden ersten oberen Molaren voll ausgebildet. Der abgebildete dritte obere Molar ist noch unvollständig und im Durchbruch begriffen. Deutlich ist seine Innenkortikalis zu erkennen. Der Limbus alveolaris erscheint im Gebiet des dritten oberen Molaren unterbrochen. Die distale Abzeichnung des Tubers ist scharf zu erkennen. Die Strukturierung des Knochens ist nur undeutlich zu erkennen. Bemerkenswert ist die umfangreiche Transparenz des Antrums.

Im 5 Wochen später angefertigten Kontrollbild ist die leere Alveole des dritten Molaren noch zu erkennen. Auch hat sich jetzt in diesem Gebiet ein Limbus alveolaris abgezeichnet. Die stattgefundene Nivellierung im limbalen Bereich des Tubers läßt den Hamulus pterygoideus deutlicher hervortreten. Eine deutliche Strukturierung zeichnet sich jedoch nicht ab. Im Tuberbereich sind jetzt großwabige Aufhellungen zu erkennen.

C D = 5,60 cm $\qquad$ C_1D_1 = 5,75 cm

Abb. 1

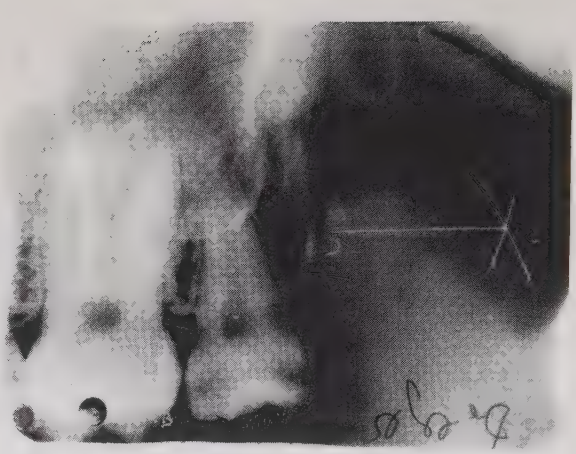


Abb. 2

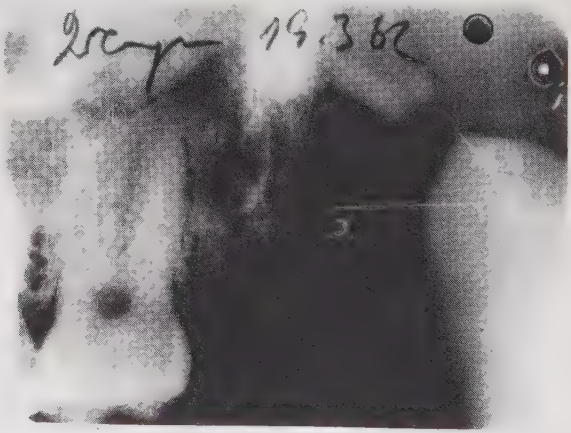
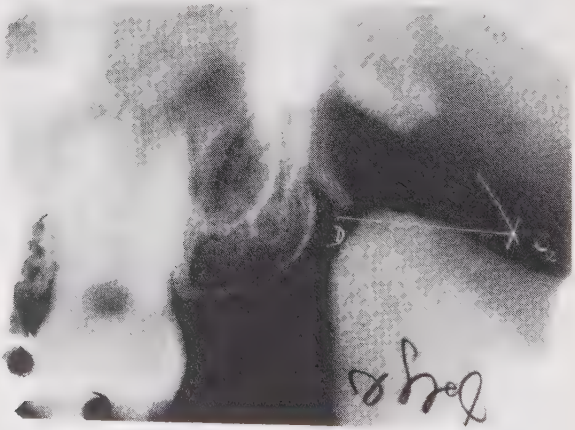


Abb. 3



Fall VI: Patientin D.

Befund:

Das distal-exentrische enorale Röntgenogramm zeigt die gut erhaltenen beiden letzten oberen Molaren. Scharf zeichnet sich das Tuber maxillae ab. Es fällt die ausgezeichnete Abbildung des Hamulus und der Lamina lateralis processus pterygoidei auf. Am oberen Bildrand sind die immer wieder zu findenden Schattenintensitäten des Recessus lateralis, des Processus temporalis ossis zygomatici und des Recessus posterior zu sehen. Charakteristisch für diesen Bereich ist die Abbildung der dem Oberkiefertuber gegenüberliegenden homogenen Schattenverdichtung des Processus muscularis ossis mandibulae.

Die Spongiosastruktur ist im Tuberbereich aufgelockerter als im übrigen Teil des abgebildeten Alveolarfortsatzes. Mesial vom Sapiens zeigt sich eine strichförmige Aufhellung, distal eine größere ovale Aufhellung, die scharf begrenzt ist. Der Periodontalspalt des im Tuberbereich befindlichen Zahnes ist gut zu erkennen; ebenso die latero basale Antrumlinie, die gleichmässig ausgebildet ist.

Die situationsgleiche Kontrollaufnahme 4 Wochen nach der Extraktion des dritten oberen Molaren läßt erkennen, daß ein modellierender Knochenabbau stattfindet. Auffallend und interessant ist die Veränderung in der distalen Tuberbegrenzung. Die vorher fast gradlinig verlaufende Abschlußlinie des Tuber maxillae nimmt jetzt einen gebogenen Verlauf. Der Alveolarfortsatz erscheint hier verkürzt. Limbal hat der Knochenabbau ebenfalls begonnen. Die verringerte Intensität der Compactazeichnung läßt hier auf eine Entmineralisation schließen. Deutlich ist die vestibuläre und orale Begrenzung der ehemaligen Alveole zu erkennen. Schwach markiert sich die vorher kräftige Innenkartikalis. Die latero-basale Antrumlinie imponiert schmaler. Die im vorhergehenden Bild auffallende strichförmige Aufhellung ist

verkleinert, die Rarefikation an der Tubergrenze ebenfalls reduziert. Eine klare Strukturierung ist jetzt nicht mehr festzustellen.

Eine weitere Kontrollaufnahme nach 4 Monaten zeigt eine Intensität der in diesem Bereich typischen Verdichtungslinien, die sich mit dem ersten Bild vergleichen läßt. Der distale Abschluß des Alveolarfortsatzes im Oberkiefer, das Tuber maxillae, ist jetzt abgerundet.

Der Knochen hat sich in Form und Struktur rekonstruiert. Eine Innenkortikalis der ehemaligen Alveole des dritten oberen Molaren ist nur noch zu vermuten. Die latero-basale Antrumlinie zeichnet sich in der alten Intensität ab. Die vorher bemerkten Aufhellungen sind jetzt sehr verkleinert. Der Limbus alveolaris ist im vestibulären wie auch oralen Teil fast gleich stark mineralisiert. Der Hamulus erscheint in Richtung des Recessus posterior verbreitert, was sich aber durch die stattgefundene Modellation des Tuber maxillae erklären läßt.

C D = 3,25 cm C_1D_1 = 3,25 cm C_2D_2 = 3,30 cm

Abb. 1

Abb. 2

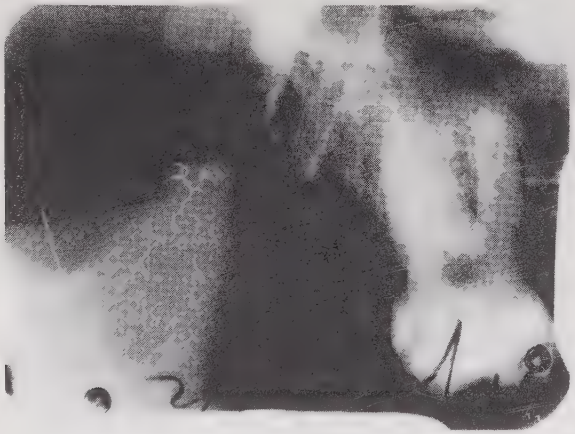
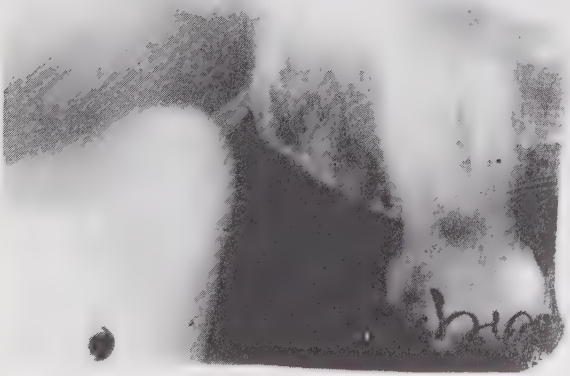


Abb. 3



Fall VII: Patientin D.

Befund:

Die Röntgenaufnahme zeigt bei leicht mesial-exentrischer Strahlenführung die beiden letzten Molaren gut ausgebildet. Gut zu erkennen sind die für den Oberkiefertuberbereich typischen Verdichtungslinien, scharf zeichnet sich das Tuber ab. Auffallend ist die doppelte Verschattung im limbalen Bereich. Scharf markiert sich der Hamulus, der von der homogenen riesigen Schattenverdichtung des Processus muscularis ossis mandibulae z.T. überdeckt wird. Die Innenkortikalis der Wurzeln des Sapiens ist deutlich zu sehen. Die Struktur im Tuberbereich unterscheidet sich von der übrigen sich im Röntgenbild abzeichnenden Spongiosastruktur durch ihre großwabige Anordnung.

Das 4 Wochen nach Entfernung des dritten oberen Molaren angefertigte situationsgleiche Röntgenbild zeigt eine beginnende Rekonstruierung des Alveolarfortsatzes im Tuberbereich. Ein limbaler Abschluß ist nicht vorhanden. Eine regelmäßige Strukturzeichnung der Spongiosa liegt nicht vor. Die distalen Verdichtungslinien des Antrums sind kaum zu erkennen.
Der Hamulus tritt deutlicher hervor. Die Innenkortikalis der ehemaligen Alveole des Dens serotinus ist, wenngleich mit Unterbrechungen, noch festzustellen.

Das nach 16 Wochen hergestellte situationsgleiche Kontrollbild zeigt einen neugebildeten Tuberbereich. Eine kräftige limbale Begrenzung ist zu erkennen. Die Spongiosastruktur ist neugebildet, jedoch verdichtet. Die doppelte Schattenzeichnung im Bereich des Hamulus ist verkleinert. Der Hamulus ist deutlich sichtbar. Er ist durch die Neubildung des Tuber relativ vergrößert. Die Verdichtungslinien des Antrums und des Recessus posterior markieren sich in der gleichen Schärfe wie auf dem Anfangsbild.

C D = 3,55 cm C_1D_1 = 3,55 cm C_2D_2 = 3,60 cm

Abb. 1

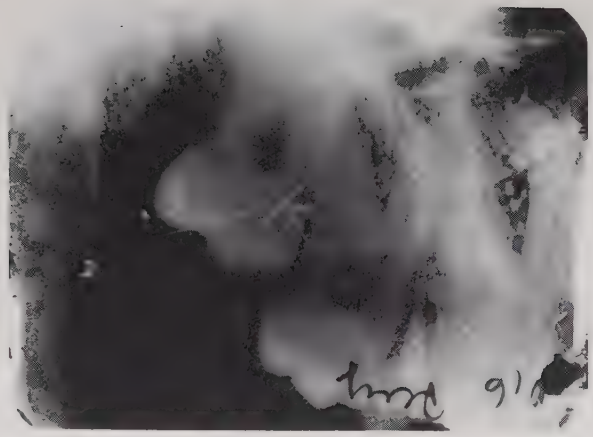


Abb. 2

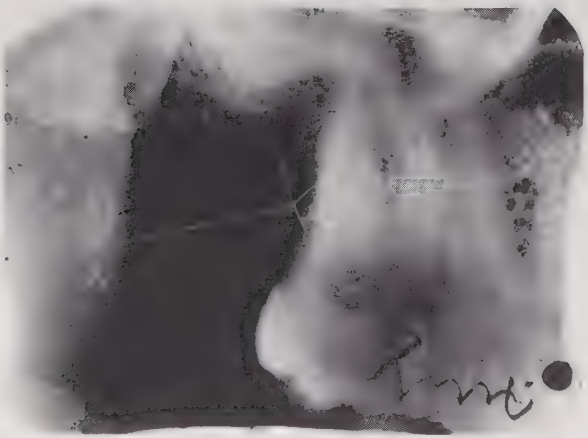
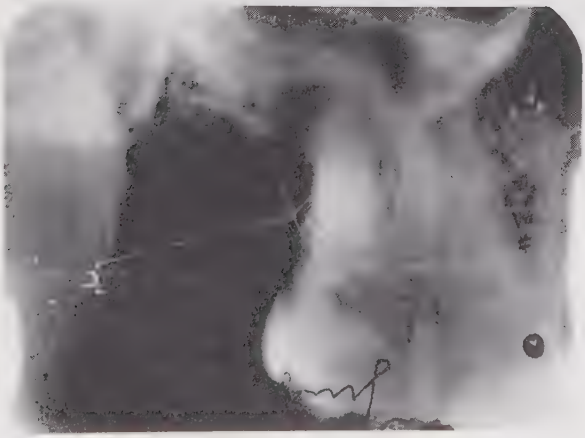


Abb. 3



Fall VIII: Patient J.

Befund:

Die enorale Röntgenaufnahme zeigt im Bereich des Tuber maxillae einen im Durchbruch befindlichen Sapiens. Die Schattenverdichtungslinien der im Strahlengang liegenden Anteile des Schädelskeletts sind gut zu erkennen. Das Tuber maxillae zeigt in seiner Struktur die typischen wabigen Aufhellungen.

Das 4 Wochen nach Extraktion angefertigte identische Röntgenbild zeigt die Auswirkungen im Tuberbereich stattfindender osteoklastischer Vorgänge. Klar zeichnen sich die buccalen und palatinalen Anteile der leeren Alveole des entfernten Sapiens ab. Die Strukturierung dieses Bereiches ist unklar und verwischt.

Ein nach weiteren 4 Wochen angefertigtes situationsgleiches Röntgenbild zeigt eine deutlichere Strukturierung. Der Limbus alveolaris hat sich weiter modelliert.

C D = 3,85 cm C_1D_1 = 3,90 cm C_2D_2 = 3,85 cm

Abb. 1

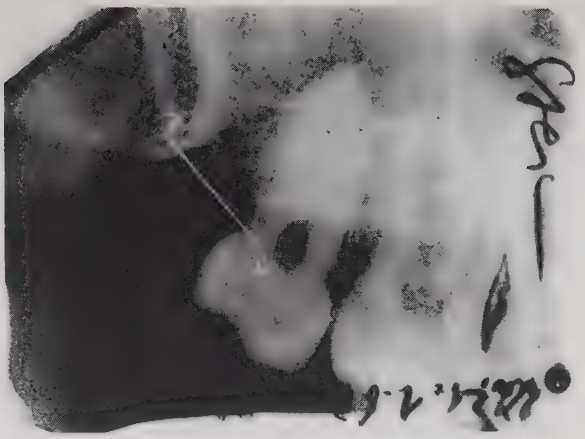


Abb. 2

Abb. 3

Fall IX: Patient U.St.

Befund:

Die Aufnahme des Oberkiefer-Tuberbereich zeigt einen gut erhaltenen Sapiens. Die Konturen der für diesen Bereich "typischen Details" liegen nicht wie gewohnt am Bildrand, sondern sind zur Bildmitte hin verschoben, was auf eine flache Strahlenführung schließen läßt. Man erkennt die Schattenverdichtungslinien der Lamina lateralis processus pterygoidei, den Recessus posterior, die Begrenzungslinie der Schattenintensität des Processus temporalis ossis zygomatici. Die Periodontalspalte der abgebildeten Molaren zeichnet sich gut ab. Distal vom Sapiens unweit der Meßstrecke C D sieht man die wabigen Aufhellungen des Tuberbereiches. Die Spongiosastruktur ist hier aufgelockert.

Eine 4 Wochen nach Extraktion des Weisheitszahnes angefertigte Röntgenaufnahme zeigt diese wabigen radiolucenten Stellen im Tuberbereich verkleinert. Eine eigentliche Strukturzeichnung imponiert nicht. Die Innenkortikalis der ehemaligen Alveole ist nur noch schwach zu erkennen. Auch die latero-basale Antrumlinie zeigt eine schwächere Intensität. Im Bereich des Limbus alveolaris hat ein modellierender Knochenabbau stattgefunden.

Das Kontrollbild nach weiteren 3 Wochen zeigt die vorangeschrittene Abflachung des Tuber maxillae. Eine wesentlich klarere Strukturzeichnung als auf dem vorhergehenden Bild ist in diesem Bereich nicht zu erkennen.

C D = 2,85 cm C_1D_1 = 2,95 cm C_2D_2 = 3,0 cm

Abb. 1

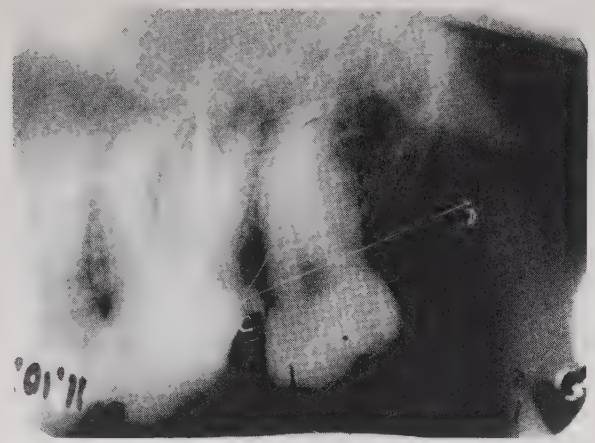


Abb. 2

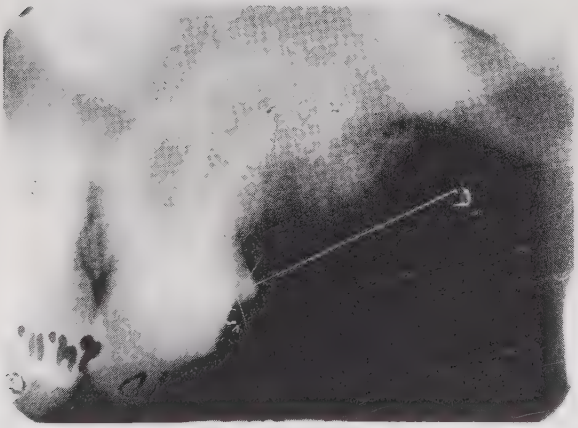
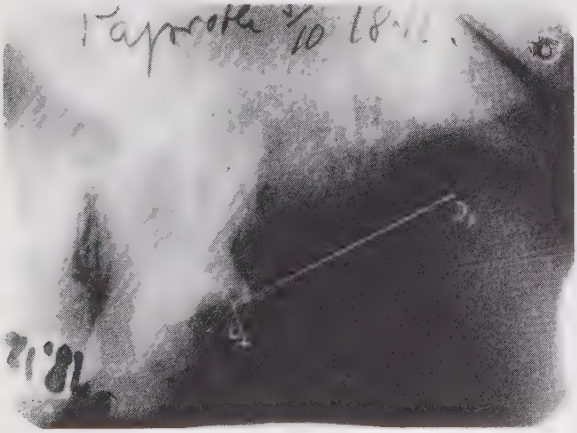


Abb. 3



Fall X: Patient M.P.

Befund:

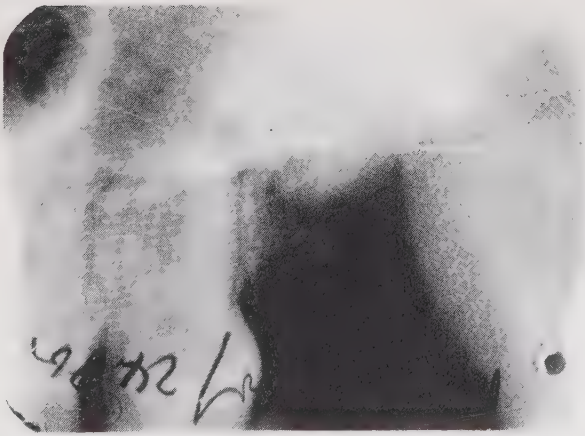
Die Röntgenaufnahme zeigt ein gut ausgebildetes Tuber maxillae. Gut zu erkennen sind die beiden letzten oberen Molaren. Auffallend ist die ausgedehnte Wurzelfüllung des zweiten Molaren. Die Darstellung seiner palatinalen Wurzel läßt auf die distal exentrische Exposition des Bildes Rückschlüsse zu. Die latero-basale Antrumlinie markiert sich deutlich. Am oberen Bildrand erkennt man die V-förmige Schattenverdichtung des Recessus lateralis, die Konturen des Processus temporalis ossis zygomatici, die sich in denen des Recessus posterior und der Lamina lateralis processus pterygoidei fortsetzen. Einschließlich der Interdentalsepten zeigt sich im Tuberbereich eine normale Strukturierung des Knochens. Die Innenkortikalis der Alveolen zeichnet sich genau ab. Die Spongiosastruktur ist aufgelockert. Sie scheint sich spinnennetzförmig, aus feinsten querverlaufenden Septen aufzubauen. Die Begrenzung des Tuber maxillae übernimmt eine kräftige Kompakta. Es folgt dann die filmferne und daher schwächere Schattenverdichtung des Hamulus.

Das 5 Wochen post extractionem angefertigte identische Röntgenbild zeigt nicht mehr die aufgelockerte Struktur im Tuberbereich. Die Aufhellungen im Tuber maxillae sind verkleinert oder gänzlich verschwunden. Die Innenkortikalis der leeren Alveole ist nur noch in feinsten Bruchteilen sichtbar. Die Strukturierung imponiert hier leicht verschwommen. Eine Abflachung des Tubers hat stattgefunden. Ein nach weiteren 4 Wochen angefertigtes identisches Röntgenbild zeigt die fortgeschrittene Ausmodellierung des den Alveolarfortsatz abschließenden Tubers. Randständig ist immer noch eine Zone wabiger Aufhellungen zu unterscheiden, die jedoch kleiner als auf dem Ausgangsbild sind. Eine abschließende Kompaktazeichnung fehlt noch. Die Strukturierung des Tuber maxillae ist deutlicher und dichter. Die Krone des zweiten Molaren ist nach Entfernung des Sapiens weitgehendst zerstört.

C D = 4,70 cm C_1D_1 = 4,65 cm C_2D_2 = 4,70 cm

Abb. 1

Abb. 2



Fall XI: Patient P. R.

Befund:

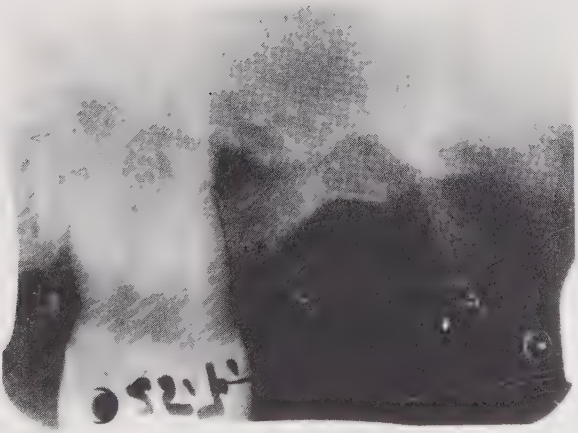
Eine klare Abzeichnung des Tuber maxillae zeigt die Röntgenographie dieses Patienten. Deutlich sind die Strukturzeichnungen im Bereich des Sapiens zu erkennen. Eine kräftige Kompakta markiert scharf die Begrenzung des Tuber maxillae. Die Lamina lateralis und der Hamulus werden gut abgebildet. Im apikalen Bereich der abgebildeten Molaren ist die scharfe Schattenverdichtungslinie des Antrums sichtbar.
Das 8 Wochen nach der Extraktion des letzten oberen Molaren angefertigte Röntgenbild ist nicht situationsgleich. Trotzdem wird der Unterschied zum 1. Bild, hervorgerufen durch den modellierenden Knochenabbau im Tuberbereich, deutlich.

Die Innenkortikalis der ehemaligen Alveole des dritten oberen Molaren ist ebenso klar zu erkennen. Die wabigen als typische für das Tuber maxillae anzusprechenden Aufhellungen sind jedoch schon reduziert. Die Strukturierung erscheint verwischt.

$C D = 5{,}78$ cm $\qquad C_1D_1 = 4{,}8$ cm

Abb. 1

Abb. 2



Fall XII: Patient P.

Befund:

Die enorale Röntgenaufnahme zeigt im Oberkiefer-Tuberbereich einen zweiten Molaren und einen retinierten Sapiens, dessen Wurzelwachstum noch nicht abgeschlossen ist. Die distale Begrenzung des Tuber maxillae zeichnet sich deutlich ab. Sie wird teilweise von der intensiven Verschattung des Recessus posterior überdeckt. Distalwärts erstreckt sich die Lamina lateralis processus pterygoidei. Mächtig zeichnet sich der Hamulus ab. Die Strukturierung im Tuberbereich zeigt das gewohnte Bild der großwabigen Aufhellung. Die übrigen Arteile des abgezeichneten Alveolarfortsatzes zeigen eine dichtere Struktur.

Das 6 Wochen nach Entfernung des endständigen Molaren angefertigte Kontrollbild zeigt eine Modellierung des Tuber maxillae. Aufgehellte Zonen sind noch wahrzunehmen. Eine leichte Verschwommenheit im Bereich der ehemaligen Alveole des Sapiens weist auf die Umordnung im strukturellen Gefüge des Tubers hin.

$^{\circ}D = 3{,}05$ cm $\qquad$ $^{\circ}_{1}D_{1} = 3{,}25$ cm

Auswertung der Röntgenaufnahmen.

Eine Aussage über die angefertigten enoralen Röntgenogramme durch eine vergleichende Betrachtung erscheint nur nach vorhergehender Kontrolle der Bildgleichheit zweckmässig. Aus diesem Grunde erfolgte eine Vermessung des Bildmaterials.

Um zwei Orientierungspunkte A und B wurden Kreisbogen gleichen Radius geschlagen. Es entstand ein Schnittpunkt C. Dieser Punkt C wurde mit einem allen Bildern einer Serie gemeinsamen fernab von AB gelegenen Punkt D verbunden. Ist eine längengleiche Abbildung von CD auf allen Bildern zustande gekommen, so sind die Bilder als situationsgleich zu betrachten. Die in nachstehender Tabelle zu ersehenden Differenzwerte lassen die oben erwähnten Lokalisationsschwierigkeiten im Oberkiefer-Tuberbereich bei der Herstellung der situationsgleichen Kontrollaufnahmen erkennen.

Patient:	Alter	Meßstrecke in cm		
		CD	C_1D_1	C_2D_2
G. St.	20	4,43	4,49	4,53
G. D.	58	2,65	2,65	--
E. L.	50	4,12	4,10	--
E. P.	65	7,20	7,15	--
M.	19	5,60	5,75	--
D.	19	3,25	3,25	3,30
D.	19	3,55	3,55	3,60
J.	25	3,85	3,90	3,85
U. St.	25	2,85	2,95	3,00
F. P.	26	4,70	4,65	4,70
P. R.	25	5,78	4,80	--
P.	28	3,05	3,25	--

Um die Fehlergrenze in der Situationsgleichheit der Kontrollbilder festzustellen, wurden die Meßstrecken C_1D_1 und C_2D_2 einer Serie mit der Meßstrecke CD ihres Anfangsbildes verglichen.

Bei den 12 vorliegenden Fällen konnten situationsgleiche Kontrollaufnahmen durchgeführt werden. Die Vermessung ergab eine mittlere Differenz der Meßstrecken von 1,06 mm.

Ergebnis:

Bei Anwendung der Rechtwinkeltechnik ist es möglich, das Tuber maxillae durch intraorale Röntgenaufnahmen scharf abzubilden. Der Limbus alveolaris zeichnet sich vor einer Extraktion des 3. oberen Molaren als deutliche Verdichtungslinie ab. Das Tuber maxillae ist in seinem Aufbau locker strukturiert, großwabige Aufhellungen sind zu erkennen. Die übrigen Anteile des Alveolarfortsatzes zeigen dagegen eine gleichmässig dichtere Strukturierung. Dieser Befund konnte bei allen untersuchten Patienten erhoben werden. (Siehe Abbildung 1 jeder Bildserie.)

4 Wochen nach der Extraktion findet bereits im Tuberbereich ein modellierender Knochenabbau statt. Eine vestibuläre und orale Begrenzung der ehemaligen Alveole ist röntgenologisch festzustellen. Eine sich scharf abzeichnende Strukturierung im Tuberbereich ist noch nicht zu erkennen. Die vor der Extraktion großwabigen typischen Aufhellungen sind im Gebiet des Tuber maxillae verkleinert. (Vergleiche Abb. 2, jeder Bildserie.)

Eine deutlichere Strukturzeichnung infolge einer anzunehmenden Mineralisation ist erst nach 8 Wochen und später zu beobachten. Im Tuber maxillae werden jetzt sich verdichtende Strukturlinien sichtbar. Die Innenkortikalis des Sapiens ist nur noch angedeutet. Ein limbaler Abschluß des sich im Tuberbereich modellierenden Alveolarfortsatzes erscheint im Aufbau begriffen zu sein, wie die Strukturzeichnung der Abbildung 3 beweist. Nach 4 Monaten ist die endgültige Form des Tuber maxillae festzustellen. Die vorherigen großwabigen Strukturen sind verschwunden. Eine neue Struktur ist entstanden und hat sich in Dichte und Aufbau der normalen Struktur des Alveolarfortsatzes angepaßt. Der Limbus alveolaris

imponiert jetzt wieder als gleichmäßige lineare Schattenverdichtung. (Siehe Abbildung 3, Fall VI und VII.)

Wird bei zahnlosen Kieferabschnitten ein einzelner noch im Oberkiefer-Tuberbereich verbliebener Zahn entfernt, dann gleicht die strukturelle Umordnung im Extraktionsbereich in ihrer Dichte dem weitmaschigen Aufbau benachbarter Regionen des Alveolarfortsatzes.

III. D I S K U S S I O N

Auf Schwierigkeiten in der Lokalisation des Abdruckes bei der Herstellung der situationsgleichen Kontrollaufnahmen im posterioren Gebiet der Mundhöhle wurde immer wieder hingewiesen (3,9, 10, 17).
Trotzdem ist die Herstellung situationsgleicher Röntgenbilder im Oberkiefer-Tuberbereich möglich. Damit ist Einblick in die funktionell bedingten strukturellen Veränderungen gegeben, die in diesem Kieferabschnitt nach Extraktion stattfinden. Eine Auswertung durch das von E b e r l e (16) angegebene Comperatorverfahren war nicht möglich, da es den durch das Thema gestellten Anforderungen nicht ganz gerecht wird.

Es ist ja bekannt, daß sich jeder Extraktion Knochenneubildung in der Alveole anschließt und sich neue Strukturen formen; Strukturen, die in ihrer Form und in ihrem Ausmaß der Grundforderung nach einer einheitlichen Statik entsprechen. Die bisherigen an anderen Kieferabschnitten durchgeführten röntgenologischen Untersuchungen zeigen in Extraktionslücken wiederhergestellte Spongiosastruktur (4, 5, 6, 7, 19 - 22, 38 - 39, 43, 49), die sich im Aufbau dem haupttraktoriellen System angleicht, um nach S c h r ö d e r (46) die während des Kauaktes auftretenden Spannungsvorgänge zu kompensieren. Extreme Belastungen im Kieferbereich sorgen für Umbau des strukturellen Gefüges des Knochengewebes. Sehr verdient haben sich hinsichtlich dieser strukturellen Umordnung im Kieferbereich P a r m a (38) und W a l k h o ff (49) gemacht. Histologische Untersuchungen verbunden mit röntgenologischen Betrachtungen führten zu den oben erwähnten Feststellungen der strukturellen Umordnung.

Interessant ist, daß sich die bisherigen Untersuchungen fast ausschließlich auf die Mandibula beschränkten. Man wird dabei immer wieder die Feststellung machen können, daß mitten im

Kiefer liegende Teilabschnitte untersucht wurden. Auffallend ist, daß der Bereich des Oberkiefer-Tubers selten Beachtung findet. Die oft zu Beschwerden Anlaß gebenden 3. Molaren des Oberkiefers sind es, die unser Augenmerk auf diese distale Begrenzung des Alveolarfortsetzes richten. Oft erfolgt die notwendige Entfernung des 3. oberen Molaren infolge Impaktion oder kariöser Zerstörung. Dann wieder wird das Interesse dem Tuberbereich bei der Anfertigung von Zahnersatz zugewendet.

Ein gut ausgebildetes Tuber maxillae gibt Anlaß, eine Prognose hinsichtlich der Funktionstüchtigkeit einer totalen Prothese oder eines Prothesenfreiendsattels günstiger zu beurteilen. Eine Untersuchung der Tuberstruktur und ihres Umbaues nach erfolgter Extraktion des 3. oberen Molaren erschien daher zweckmässig. Von Interesse war daher festzustellen, ob die von H ä u p l (19-22) ermittelte Abhängigkeit von Gewebestruktur und funktioneller Inanspruchnahme auch im Tuberbereich besteht.

Meine Untersuchungen ergaben für einen noch bezahnten Alveolarfortsatz nach Entfernung eines 3. Molaren im Tuberbereich, daß sich eine verdichtende Struktur zeigt. Diese Verdichtung kann im Sinne H ä u p l als funktionelle Abstützung des 2. Molaren gewertet werden. Es werden durch den während des Kauaktes belasteten 2. oberen Molaren dem benachbarten im Tuberbereich befindlichen Gewebe Reize vermittelt, die zur Umordnung im strukturellen Gefüge führen. Diese strukturelle Umordnung geht nur langsam vor sich. Die oft vertretene Meinung der Ausheilung einer Extraktionswunde nach bereits 4 - 6 Wochen konnte durch meine Untersuchungen nicht bestätigt werden. Röntgenologisch ist auf Grund der schwächeren Verdichtung der Strukturlinien anzunehmen, daß der Knochen sich noch nicht mineralisiert hat. M a t h i s (36) warnt mit Recht davor, eine schnelle Reaktion des die ehemalige Alveole ausfüllenden Knochengewebes bezüglich seiner Strukturierung zu erwarten. Die 4 Wochen nach der Extraktion des 3. oberen Molaren von mir erhobenen Befunde zeigen einen geweblichen Umbau, der röntgenologisch als amorphe Knochen-

zeichnung imponiert. Auch hat die Lamina dura der ehemaligen Alveole des 3. oberen Molaren gerade die sonst typische gleichmäßig ausgeprägte lineare Beschaffenheit verloren. Die oberen Teile der Alveole sind so verändert, daß vestibulär und oral Knochenzeichnung sichtbar wird.

Die von H u g h (34) im Unterkieferbereich festgestellte gebildete weitmaschige Strukturierung zeigen die von mir nach 8 Wochen und später post extraktionem angefertigten situationsgleichen Röntgenaufnahmen des Oberkiefer-Tuberbereichs nicht. Im Gegenteil wurde im Tuberbereich eine Verdichtung der Spongiosastruktur nachgewiesen. Die nach Extraktion eines einzelnen im Tuberbereich befindlichen Zahnes im Röntgenbild beobachtete Gewebsneubildung ließ keine wesentliche Umordnung des strukturellen Knochenaufbaues erkennen.
Funktionelle Einflüsse, die sich noch durch einen Restzahnbestand dem Alveolarknochen mitteilen könnten, entfallen bei der nun vorliegenden Zahnlosigkeit.

Eine funktionelle Anpassung im Sinne R o u x (43) ist jedoch wahrzunehmen. Die hergestellten Bilderien bestätigen nämlich, daß sich entsprechend der geringeren Funktion eine weitmaschige, wabige Struktur gebildet hat. Auch ist die Kompaktazeichnung des Alveolarfortsatzes nicht deutlich ausgeprägt. Das Tuber maxillae hat sich in "der äußeren Gestalt und inneren Struktur der Funktion der lebenden Teile" (R o u x) angepaßt. (Siehe Fall II, III, IV, Abbildung 2).
H ä u p l sagt (19, 20, 21, 22), daß jeder An-und Abbau des Knochengewebes eine Ursache hat. Sich an die Osteoklastenlehre K ö l l i k e r s und P o m m e r s anlehnend, sieht er den geweblichen Abbau im Extraktionsbereich durch stattfindende Druck-und Zugspannungen eingeleitet. Die Ergebnisse dieser Abbauvorgänge können an Hand situationsgleicher Röntgenbilder wahrgenommen werden. Die stattfindenden Knochenanbauvorgänge sind in ihren Auswirkungen ebenfalls sichtbar.
Ein Ausbleiben der von mir nach 4 Wochen, 8 Wochen und später beobachteten Umbauvorgänge im Knochen läßt daher Rückschlüße auf die Reaktionsfähigkeit des betreffenden Organismus führen.

Außer einer zu beobachtenden Altersinvolution könnten meiner Meinung nach Diabetes, Störungen im Calcium-Phosphat-Stoffwechsel, kurz endokrine Störungen Anlaß geben, daß die nach kurzer Zeit bereits typisch röntgenologischen Schattenverdichtungen wenig oder garnicht zu erkennen sind.

Im Normalfall haben die Untersuchungen gezeigt, daß 4 Wochen post extractionem im Oberkiefer-Tuberbereich eine funktionell bedingte strukturelle Umordnung stattfindet, die erst nach weiteren 3 - 4 Wochen abgeschlossen zu sein scheint, da zu diesem Zeitpunkt eine sich nach den ersten Wochen röntgenologisch festzustellende amorphe Abbildung der Spongiosastrukturen in eine deutliche strukturelle Knochenzeichnung umgeändert hat.

Es besteht bei Vorliegen pathologischer Faktoren unbekannter Genese die Möglichkeit, daß eine Verzögerung dieser Umbauvorgänge und der damit verbundenen funktionell bedingten Umordnung der Spongiosastruktur eintritt.

IV. Z U S A M M E N F A S S U N G

In der Literaturübersicht werden die Erfahrungen der Möglichkeiten einer röntgenologischen Darstellung des Oberkiefer-Tuberbereichs gegenübergestellt. Die verschiedenen Ansichten über die Notwendigkeit der Verwendung eines Filmhalters im Oberkiefer-Tuberbereich zur Herstellung enoraler Röntgenaufnahmen werden dargelegt.

Die Architektur des Kieferknochens und ihre Beziehungen zur Funktion wird dann unter den verschiedensten Gesichtspunkten beleuchtet. Einzelne Untersuchungsergebnisse, die auf Grund einfacher Röntgenaufnahmen und histologischer Schnitte gewonnen wurden, werden mitgeteilt. Auf den Systemcharakter des alveolären Knochengerüstes wird dabei hingewiesen. Die Notwendigkeit der Anwendung eines im Sinne der Rechtwinkeltechnik H i e l s c h e r s gefertigten Filmhalters zur Herstellung periodisch-identischer enoraler Röntgenaufnahmen wird betont. Ferner wird ein neuer für die Herstellung situationsgleicher Röntgenaufnahmen im Oberkiefer-Tuberbereich geeigneter Filmhalter beschrieben.

Die eigenen Untersuchungen wurden an 65 Patienten vorgenommen. Berücksichtigt wurden 12 Fälle. Die sich ergebenden strukturellen Veränderungen nach Extraktion im Oberkiefer-Tuberbereich ließen ein Übereinanderkopieren im Sinne L ö w e r l e s (lo) nicht zweckmässig erscheinen. Um eine genaue Beurteilung der Röntgenbilder zu ermöglichen, wurde durch Vermessung einzelner, sich entsprechender Bildpunkte die Übereinstimmung der Bilder bezüglich ihrer Projektionsrichtung festgestellt. Eine Situationsgleichheit der Bilder war dadurch zu ermitteln. Eine vergleichende Betrachtung der situationsgleichen Röntgenaufnahmen zeigt, daß es beim bezahnten wie unbezahnten Oberkiefer 4 Wochen nach der Extraktion im Tuberbereich zu einer strukturellen Umordnung kommt. Als röntgenologischer Befund ist meistens neben der Verkleinerung der typisch grobwabigen Aufhellungen, die

Abzeichnung amorphen Knochens im Extraktionsbereich des 3. oberen Molaren zu erheben. Nach weiteren 8 Wochen und bis zu einem Vierteljahr findet dann eine Neustrukturierung statt, die in ihrem Aufbau und der Dichte der Funktion im Tuberbereich Rechnung trägt.

Am Tuber maxillae ist bei Bezahnung der übrigen Anteile des Alveolarfortsatzes nach Extraktion des 3. oberen Molaren eine Verdichtung der Spongiosastruktur und eine Verstärkung der Compacta im Limbus alveolaris zu erkennen. Die über den 2. oberen Molaren auf diesen Teilabschnitt des Oberkiefers noch stattfindenden Belastungen werden innerhalb eines Zeitraumes von 8 Wochen bis zu einem Vierteljahr durch eine strukturelle Verdichtung im Oberkiefer-Tuberbereich kompensiert. Die Untersuchungen zeigen weiter, daß bei zahnlosen Kieferabschnitten im Oberkiefer-Tuberbereich nach Entfernung des 3. oberen Molaren die Struktur sich in Form und Aufbau entsprechend dem übrigen nicht mehr in Funktion stehenden weitmaschigeren Spongiosagefüge anpaßt.

Abschließend kann festgestellt werden, daß es möglich ist, an Hand periodisch-identischer Zahnaufnahmen funktionell bedingte strukturelle Veränderungen auch im Tuberbereich festzustellen. Auf Grund situationsgleicher Röntgenaufnahmen kann sogar nach vier Wochen bereits eine Aussage über die im Oberkiefer-Tuberbereich nach Extraktion des 3. oberen Molaren stattfindenden reparatorischen Vorgänge gemacht werden.

F. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Adler, Peter — Die Pathologie der vorzeitigen Zahnlockerung. Dtsch.Zahnärztl.Zschr. 9, 977, 1954

2. Albers - Schönberg — Die Röntgentechnik Lucas Gräfe u. Sillem, Hamburg 1913

3. Balters, W. — Leitfaden der zahnärztlichen Röntgenkunde. H. Meusser, Berlin 1925.

4. Benninghoff, A. — Spaltlinien am Knochen, eine Methode zur Ermittlung der Architektur platter Knochen. Verh.Anat.Ges. Wien 1925

5. Ders. — Die Architektur der Kiefer und ihrer Weichteilbedeckung Parad. 6, 3, 1924

6. Ders. — Über die Anpassung der Knochenkompakta an geänderte Beanspruchungen. Beitr.zur Anat.funkt.Systeme,Bd.1,193

7. Ders. — Funktionelle Anpassung Handw.-Buch d.Naturw. 1934, S. 543

8. Braus — Anatomie, Band I

9. Cieszynski, A. — Über die Einstellung der Röntgenröhre bei Zahnaufnahmen. (Neue Hilfsapparate usw.) Korr.f.Z. 36, 2 : 158, 1907

10. Ders. — Beiträge zur Technik bei Zahnaufnahmen mittels Röntgenstrahlen. Neue Filmhalter. Korr.f.Z. 36, 4 : 289, 1907.

11. Ders. — Verbesserte Modelle von Filmhaltern für Zahnaufnahmen mittels Röntgenstrahlen. Dtsch.Z.Wschr. 12, 33 : 668, 1909

12. Ders. — Zahnärztliche Röntgenologie J.A. Barth, Leipzig 1926.

13. Cullman — zitiert nach Tandler

14. Dieck, W. — Anatomie und Pathologie der Zähne im Röntgenbild mit besonderer Berücksichtigung der Aufnahmetechnik. Gräfe, Hamburg 1911.

15. Driesch, — Der Begriff der organischen Form. Abh.z. theor.Biol. Berlin 1919

16. Eberle, P. — Über die Herstellung situationsgleicher Röntgenaufnahmen und deren praktische Auswertung. Med.Dissert., Berlin 1957.

17. Fitzgerald, G.M. — Dental roentgenography. The roentgenographic periapical survey of the upper molar-region. J.Am.Dent.Ass. 38,3 : 293, 1949.

18. Gottlieb, B. u. Orban, B. — Die Veränderungen der Gewebe bei übermässiger Beanspruchung der Zähne. G.Thieme Verlag, Leipzig 1931,S.222

19. Häupl, K. — Bemerkungen zu K. Reitans Ausführungen: Die Bedeutung des funktionellen Faktors bei der Gewebereaktion. D.Z.Z. 9 : H.7, 1954.

20. Ders. — Die Funktions-Kieferorthopädie im Dienste der Vorbeugung paradent. Erkrankungen. Paradentium 9, S. 218, 1938.

21. Ders. — Über funkt.-mech. und traum. verursachte Gewebsveränderungen im Paradentium. Paradentium 3, S.90, 1931

22. Ders. — Über Gewebsbildung im Paradentium. Vierteljahresschrift f.Zhlkde.1929

23. Hauberisser,E. — Ein verbesserter Filmhalter für intraorale Röntgenaufnahmen. Z.R. 35,8 : 251, 1926

24. Ders. — Eine Filmhaltevorrichtung für intraorale Röntgenaufnahmen im Ober- und Unterkiefer. Z.R. 47,40 : 1673, 1938.

25. Herwig, H.-P. — Röntgenologische Nachuntersuchungen der oberen Frontzahn- und Tuberregion (am mazerierten Schädel). Diss., Berlin 1956.

26. Hielscher,W. — Winkelhalbierungs- oder Rechtwinkeltechnik. Z.W. 9, 24, 1954.

27. Ders. — Röntgenparallelaufnahmeverfahren leicht gemacht. Z.R. 1954, H.23.

28.	Ders.	Parallelaufnahmetechnik bei enoralen Zahnaufnahmen. D.Z.Z. 8, 1955.
29.	Ders.	Intraorale Röntgenbilder. Auslese 13 u. 14, 1955.
30.	Ders.	Rechtwinkeltechnik bei Röntgenaufnahmen der Zähne. Rö.-Laborprax. 8, 12, 1955.
31.	Ders.	Situationsgleiche intraorale Röntgenaufnahmen. Rö.-u.Laborprax. 10,6 : 163, 1957
32.	Kellner, E.	Histologische Befunde an antagonistenlosen Zähnen. Zschr. f. Stom. 1928, S. 271.
33.	Meyer, H.	zitiert n. Tandler
34.	Mc Millan Hugh	Structural characteristics of the alveolar process. J. of Dent.Res. 1924/26, H.3, S.251.
35.	Ders.	Radiographic and histologic evidence of the functional adaption of the alveolar process. J.of the Am.Dent.Ass. 1928,H.2,S.316
36.	Mathis, H.	Die sogenannte Parodontose. Urban und Schwarzenberg,Wien 1948.
37.	Ders. u. W.Hielscher	Einführung in die zahnärztliche Röntgenologie. Berl.Verl.GmbH Berlin W 15,Bd.7,1962
38.	Parma, C.	Der normale Unterkiefer an enoralen Röntgenaufnahmen. Zschr.f.Stom. 1926, S. 985.
39.	Ders.	Zahnärztliche Röntgendiagnostik. Urban und Schwarzenberg, 1929.
40.	Pordes, F.	Die radiographische Darstellung der einzelnen Zähne und Kiefer.
41.	Poyton,H.G.	Radiographic technique for the third molars. British Dent.J. 1956, April I
42.	Rauber-Kopsch	Lehrbuch und Atlas der Anatomie. G.Thieme Verlag,Leipzig 1947,Bd.I, S. 211, S.303.

43. Roux — Funktionelle Anpassung. Enzyklopädie d.ges.Heilkde.1894, Bd.IV

44. Sicher,H. — Die physiologische Beweglichkeit der Zähne. Zschr.f.Stom.1928, S. 397.

45. Siegmund,H. — Die augenblickliche Situation der Paradentoseforschung. Dtsche ZMKH 4, 81, 1937.

46. Schröder, H. — Die Auswirkung der Kaudruckkräfte auf den Aufbau und die Struktur des den Zahn umschliessenden Knochens. Dtsche ZMKH, 1934, Bd.I, H.4,S.218

47. Schwarz, A.M. — Mathematische Überprüfung des Verhaltens belasteter Zähne. Zschr.f.Stom.1928, S.62 u.74.

48. Tandler — Lehrbuch der system.Anatomie Bd.I Vogel, Leipzig 1926.

49. Walkhoff — Der Unterkiefer der Anthromorphen und des Menschen in seiner funktionellen Entwicklung und Gestalt. Sonderabdr. aus Biol.Zentr.Bl.Bd.XXI Nr. 18, 1901.

50. Whitman — Orthopedic Surgery Lea a.Febiger, Philadelphia and New York, p 234, 1919.

An dieser Stelle erlaube ich mir, Herrn Professor Dr. H. M a t h i s für die Überlassung des Themas und seine Unterstützung bei der Bearbeitung meinen Dank auszusprechen.

Herrn Privatdozent Dr. W. H i e l s c h e r danke ich für die wertvollen Ratschläge und Hinweise.

Fräulein R i c h t e r, Frau S c h i l l e r und Herrn W e i d e m a n n sage ich meinen Dank für die Unterstützung bei der Anfertigung der Röntgenbilder.

L e b e n s l a u f

Als Sohn des Dipl.-Chemikers Dr. Walter G r ä g e r und seiner Ehefrau Ursula geb. Poelitz wurde ich am 17. April 1935 in Berlin-Karlshorst geboren.

Nach 12-jähriger Schulzeit in Ost-Berlin und 2-jähriger Schulzeit in West-Berlin legte ich am 4. März 1955 an der Rheingau-Schule in Berlin - Friedenau die Reifeprüfung ab.

Zum Studium der Zahnmedizin wurde ich am 13.4. 1955 an der Freien Universität Berlin immatrikuliert.

Am 30.4. 1958 legte ich die Zahnmedizinische Vorprüfung ab. Nach bestandener zahnärztlicher Prüfung am 20. März 1961 erhielt ich meine Approbation als Zahnarzt vom Senator für Gesundheitswesen, Berlin.

Nach 1-jähriger Tätigkeit in der freien Praxis bin ich seit 1. April 1962 als Assistent in der Prothetischen Abteilung der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin tätig.